

# charlyGRAAL 3D

MANUEL  
D'APPRENTISSAGE  
ET  
DE PRISE EN MAIN



*Version 5 mise à jour le 12/10/2004 - N° 200 357*



**CHARLYROBOT SA - BP22 - F74350 Cernex**

Tél. 04 50 32 80 00 - Fax 04 50 44 00 41

Hot-Line 04 50 32 80 07

E-mail : [charlyrobot@charlyrobot.com](mailto:charlyrobot@charlyrobot.com)

Internet : [www.charlyrobot.com](http://www.charlyrobot.com)

## Consignes de sécurité

Les conventions suivantes sont utilisées pour les consignes de sécurité dans ce manuel. Le non respect de ces consignes peut entraîner des blessures graves, voire mortelles ou endommager les produits, les équipements et systèmes connexes.

 Indique les consignes qui, si elles ne sont pas respectées, risquent d'entraîner des blessures graves.

ATTENTION Indique des consignes importantes

PRECAUTION Indications et conseils

INTERDICTION Indique les actions à ne jamais réaliser

© Charlyrobot 2002

---

Tous droits réservés. Aucun élément de cette publication ne peut être reproduit, stocké dans un système de documentation ou transmis, sous quelque forme que ce soit ou par quelque moyen que ce soit, mécanique, photocopie, enregistrement ou autre, sans l'autorisation écrite préalable de Charlyrobot SA. Aucune responsabilité en matière de brevets ne sera assumée en ce qui concerne l'utilisation des informations données dans la présente. De plus, Charlyrobot SA poursuivant inlassablement l'évolution de ses produits de haute qualité et les adaptant toujours aux toutes dernières connaissances, les informations contenues dans cette notice peuvent à tout moment faire l'objet de modifications sans aucun préavis. La présente notice a été réalisée avec le plus grand soin. Néanmoins, Charlyrobot SA décline toute responsabilité en cas d'erreurs ou d'omissions. Charlyrobot SA décline également toute responsabilité pour tous dommages dus à l'utilisation des informations contenues dans la présente publication.

## MANUEL D'APPRENTISSAGE ET DE PRISE EN MAIN

<b>1.0 Introduction</b>	<b>5</b>
1.1 Configuration PC	5
1.2 Principe de base	5
1.3 Principe de dessin d'une surface extrudée	5
1.4 Exemple d'une extrusion linéaire	5
<b>2.0 Exemple d'une extrusion sur courbe guide</b>	<b>10</b>
<b>3.0 Principe de dessin d'une surface de révolution</b>	<b>13</b>
<b>4.0 Principe de dessin d'une surface lissée</b>	<b>15</b>
<b>5.0 Principe de dessin d'une surface plane délimitée</b>	<b>20</b>
<b>6.0 CAO GRAAL 3D-2</b>	<b>23</b>
6.1 Exemples de dessins surfaciques 3D	23
6.2 Premier exercice 3D : dessin d'une assiette	23
<b>7.0 CAO GRAAL 3D-3</b>	<b>29</b>
7.1 Exemples de dessins surfaciques 3D	29
7.2 Deuxième exercice 3D : dessin d'un plumier	29
<b>8.0 FAO GRAAL 3D-1</b>	<b>57</b>
8.1 Principe de base	57
8.2 Généralités de fonctionnement	57
8.3 Utilisation de FAO charlyGRAAL 3D	57
8.4 Description des stratégies d'ébauches	63
8.5 Description des stratégies de finition	64
8.6 Informations complémentaires	70
8.7 Les fichiers STL	70
8.8 Le compte rendu d'usinage	71
<b>9.0 FAO GRAAL 3D-2</b>	<b>73</b>
9.1 Exemple d'usinage 3D	73
9.2 Usiner une assiette	73
<b>10.0 FAO GRAAL 3D-3</b>	<b>82</b>
10.1 Exemple d'usinage 3D	82
10.2 Usiner un plumier	83
<b>Licence</b>	<b>91</b>



## CAO GRAAL 3D

### 1.0 Introduction :

A partir de la version : 4.0, CAO GRAAL vous propose de réaliser des dessins surfaciques 3D. Ces fonctions vont vous permettre de dessiner des formes très variées avec une grande facilité qui pourront être notamment des empreintes de thermoformage. La mise en œuvre de ces fonctions est extrêmement facile car elle utilise les outils 2D du logiciel de CAO ; seules quatre icônes ont été rajoutées pour générer des surfaces.

### 1.1 Configuration PC nécessaire :

Pentium II 233 Mhz 128 MO de RAM.

### 1.2 Principes de Base :

La méthode générale de génération de surfaces consiste en la création de « profils » et éventuellement de « courbes guides », ou de contours fermés qui seront réalisés en 2D avec l'ensemble des outils déjà connus, sur lesquels s'appuieront les surfaces. En fait, les surfaces sont générées automatiquement, seuls les profils, courbes guides ou contours sont à dessiner en 2D.

**Nota :** le terme « courbe guide » est un terme générique ; il est évident qu'elles peuvent être réalisées avec l'ensemble des types d'entités disponibles : (lignes, polygones, courbes de Bézier, cercles)

Le « profil » sera utilisé pour créer les surfaces, il est en fait la représentation d'une section de la surface ainsi générée.

**Attention :** les profils, courbes guides ou contours doivent, s'ils ont été construits avec plusieurs objets, être soudés (sous-menu « souder » du menu « édition »). La soudure lie entièrement les entités entre elles en les transformant en courbes de Bézier. Ne pas confondre avec la fonction « associer ».

Pour créer des surfaces, il est parfois nécessaire d'orienter les courbes ou profils suivant l'axe « Z », l'icône « 3D »  qui se trouve sur la barre horizontale va vous permettre d'activer les saisies de l'axe « Z » et de ce fait faire effectuer aux différents objets des : Translations, rotations, Etc.. Suivant les trois axes. En mode « 3D » une rotation sur l'axe « Z » se fait en utilisant la fonction « rotation » du menu contextuel, en cliquant sur « montrer le centre ou l'axe de rotation » puis en désignant deux points sur la vue « XY » ; la rotation de l'objet se fera en tournant autour de cet axe de l'angle indiqué.

**Attention :** en mode 3D, pour effectuer une rotation sur le plan XY, il suffit de cliquer le point de rotation puis de valider par un clic droit (cette validation « clic droit » n'est pas nécessaire en 2D car une seule rotation est possible).

D'une manière générale, il est conseillé quand on dessine en « 3D » de créer plusieurs fenêtres en fonction de la taille de son écran afin d'avoir plusieurs vues différentes, l'idéal étant d'avoir les quatre vues : XY, XZ, YZ, et perspectives. En effet, certaines manipulations et modifications sont possibles dans tous les plans. Afin d'avoir plus rapidement accès à toutes les vues, il a été rajouté quatre icônes d'appel direct des vues pour éviter de dérouler le menu « fenêtre ». Quatre types de surfaces peuvent être créés :

- Les surfaces extrudées.
- Les surfaces de révolution.
- Les surfaces lissées.
- Les surfaces planes délimitées.

### 1.3 Principe de dessin d'une surface extrudée

Une surface extrudée est une surface qui est créée par le déplacement d'un profil suivant une droite ou une courbe quelconque. L'extrusion peut être soit linéaire, soit appuyée sur une courbe guide.

### 1.4 Exemple d'une extrusion linéaire

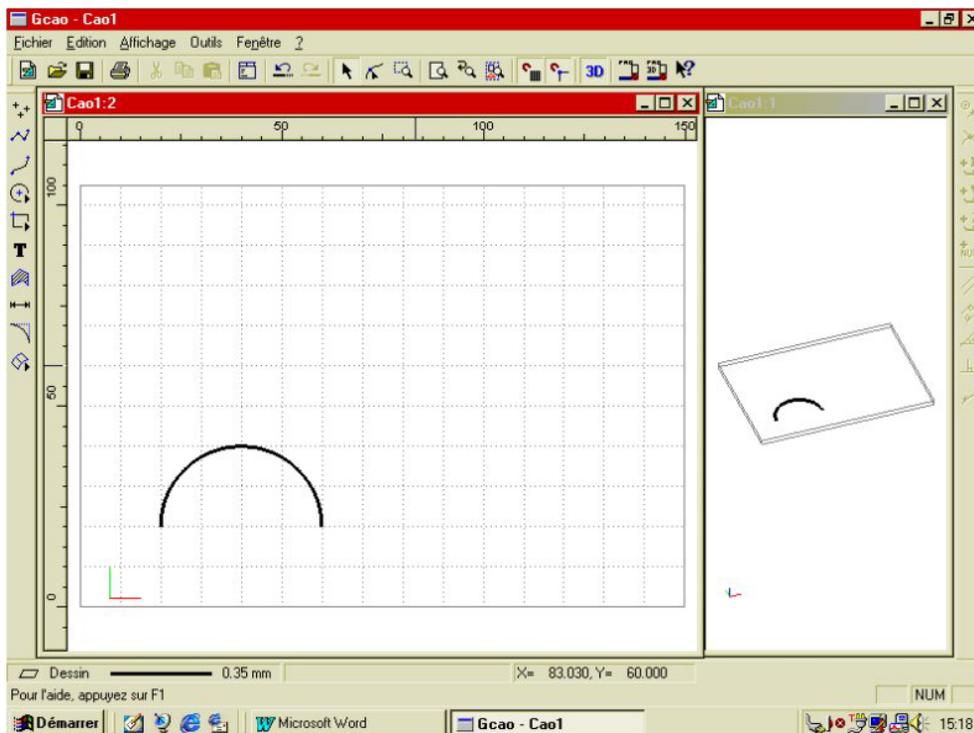
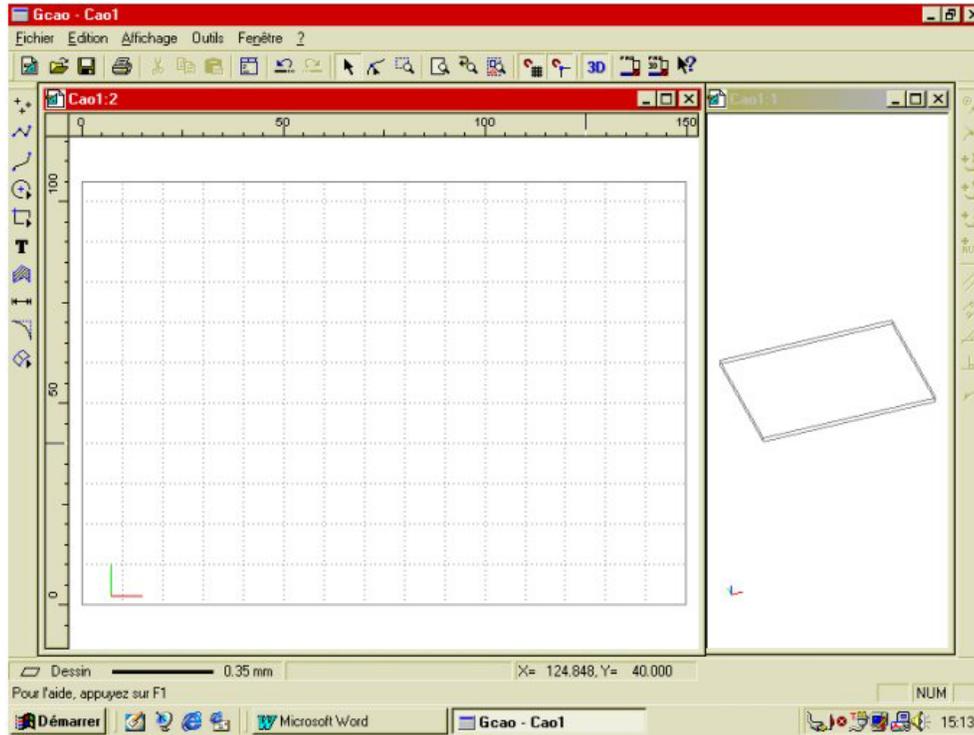
Dans le module CAO, cliquez sur " fichier nouveau ".

Pour cet exemple, utilisez les paramètres de dimension du brut par défaut.

Créez une nouvelle fenêtre et aménagez l'écran comme sur la vue suivante en attribuant la vue « perspective » à la plus petite fenêtre. Activez le « rendu réaliste » sur la vue « XY ».

charlyGRAAL 3D

Pour créer une nouvelle fenêtre, il suffit dans le menu fenêtre de cliquer sur « nouvelle fenêtre » puis sur « mosaïque » et enfin de redimensionner les fenêtres comme sur l'exemple.  
Dessinez un profil sur la vue « XY » (un demi-cercle comme sur l'exemple).



Activez les fonctions « 3D »    
Sélectionnez le profil et faites une rotation de 90° suivant l'axe " Z " en plaçant l'axe de rotation à la base de l'arc de cercle.

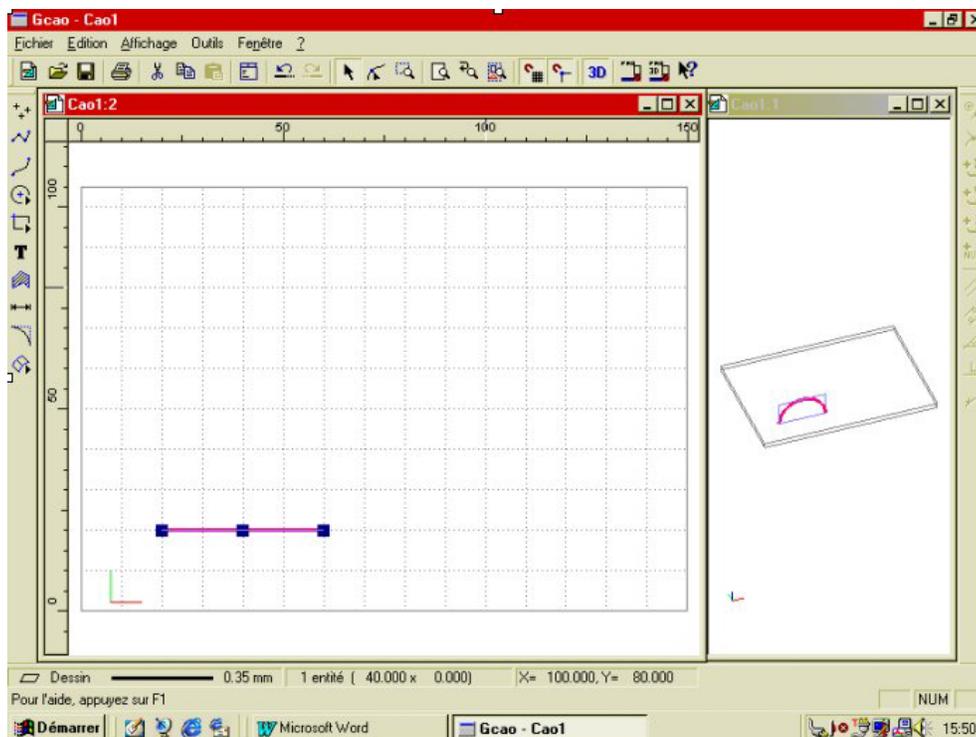
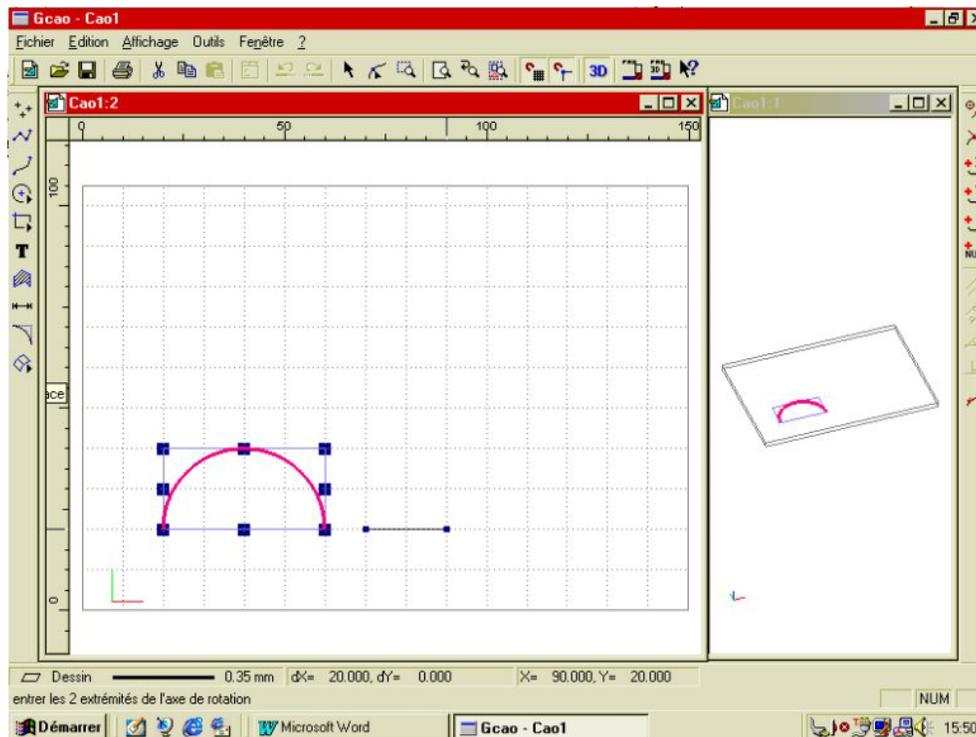
La position et la longueur de l'axe de rotation n'ont aucune importance.  
charly**GRAAL 3D**

Nota :

Si vous cliquez de gauche à droite le profil sera en positif.

Si vous cliquez de droite à gauche le profil sera en négatif.

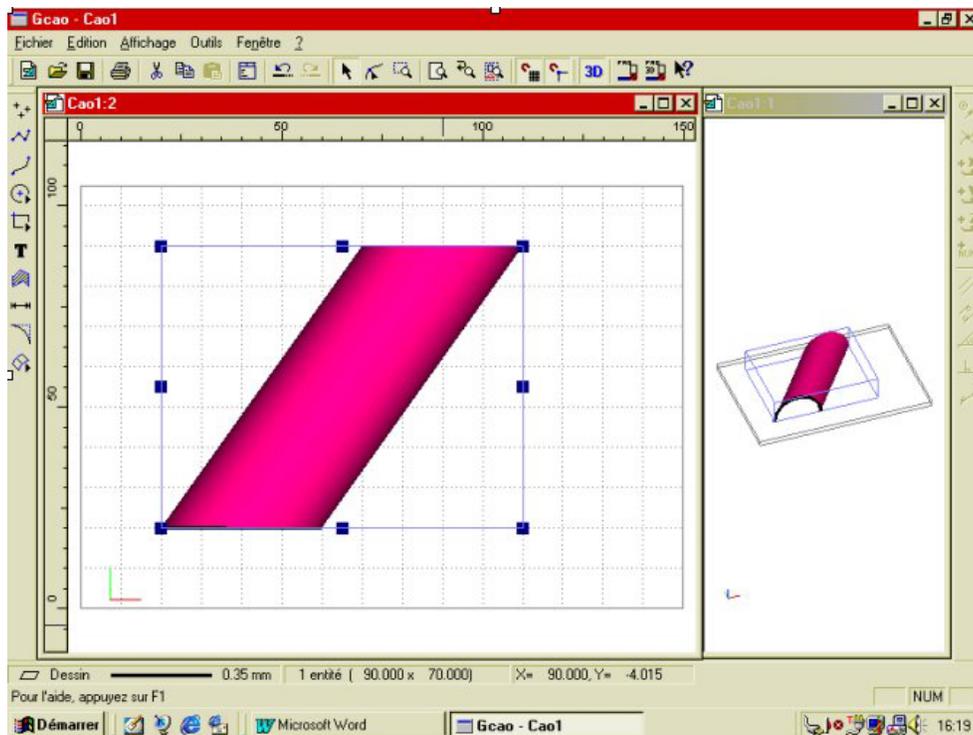
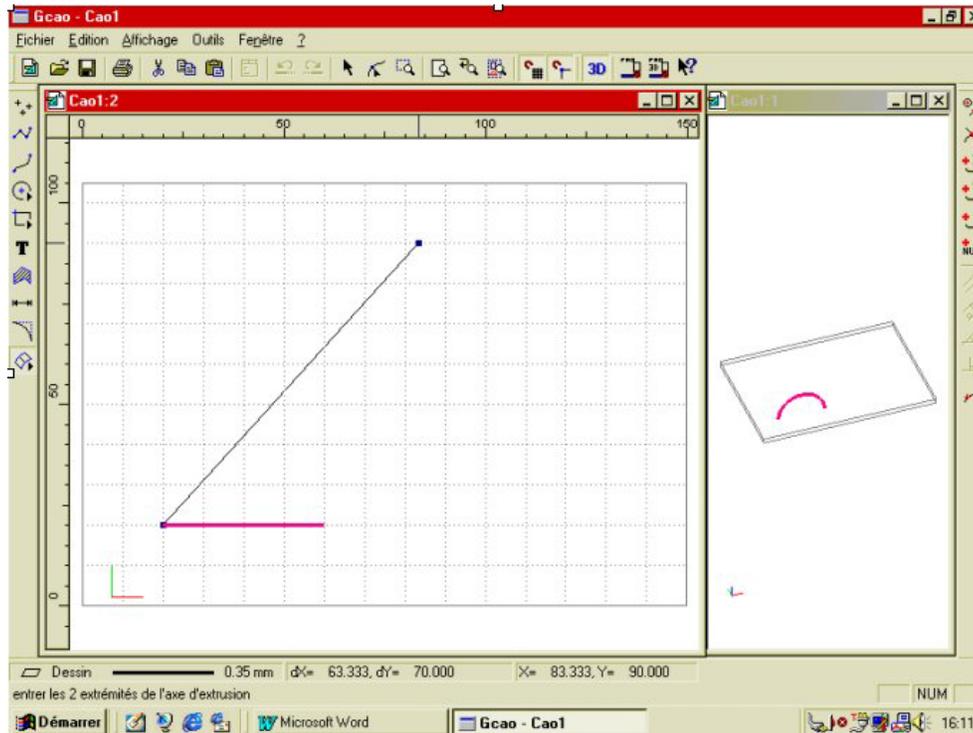
Si la valeur est de  $-90^\circ$  c'est l'inverse.



Le profil est maintenant à  $90^\circ$  par rapport à l'axe « Z ».

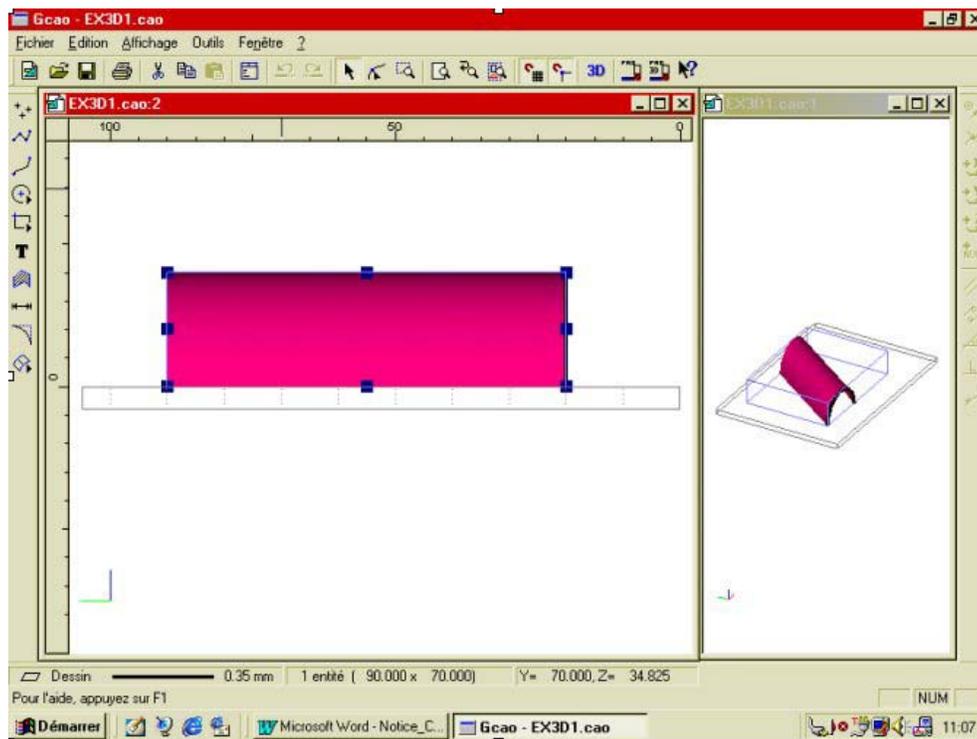
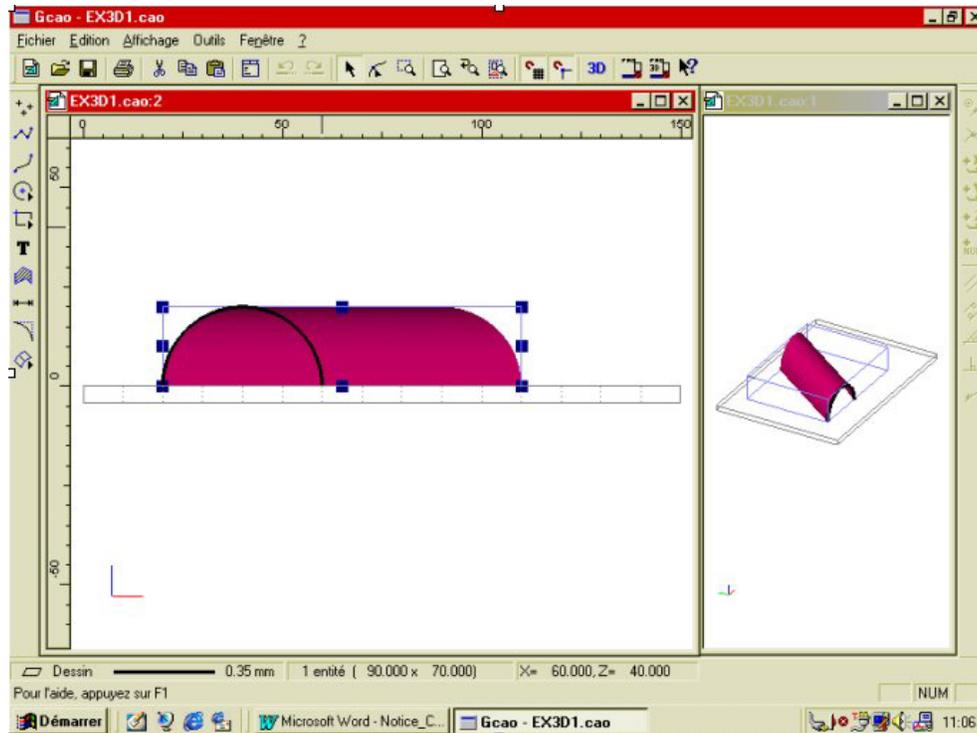
Nota : les rotations se font toujours dans le sens trigonométrique (anti horaire)

Cliquez sur l'icône : « surfaces »  puis sur l'icône : « surface extrudée »   
 Dans la fenêtre suivante, validez : mode d'extrusion « linéaire » puis cliquez sur « OK ».  
 Positionnez le premier point de la ligne d'extrusion (par exemple sur le côté gauche du profil)  
 Cliquez puis positionnez le deuxième point à l'endroit final souhaité de l'extrusion.



Une fois le deuxième point validé, la surface est créée, la fonction « rendu réaliste » du menu « fenêtre » matérialise cette surface.

Toutes les modifications : (déformations, rotations, etc.) sont possibles sur l'objet ainsi créé ; ces modifications peuvent aussi être réalisées sur les vues « XZ » et « YZ »

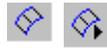
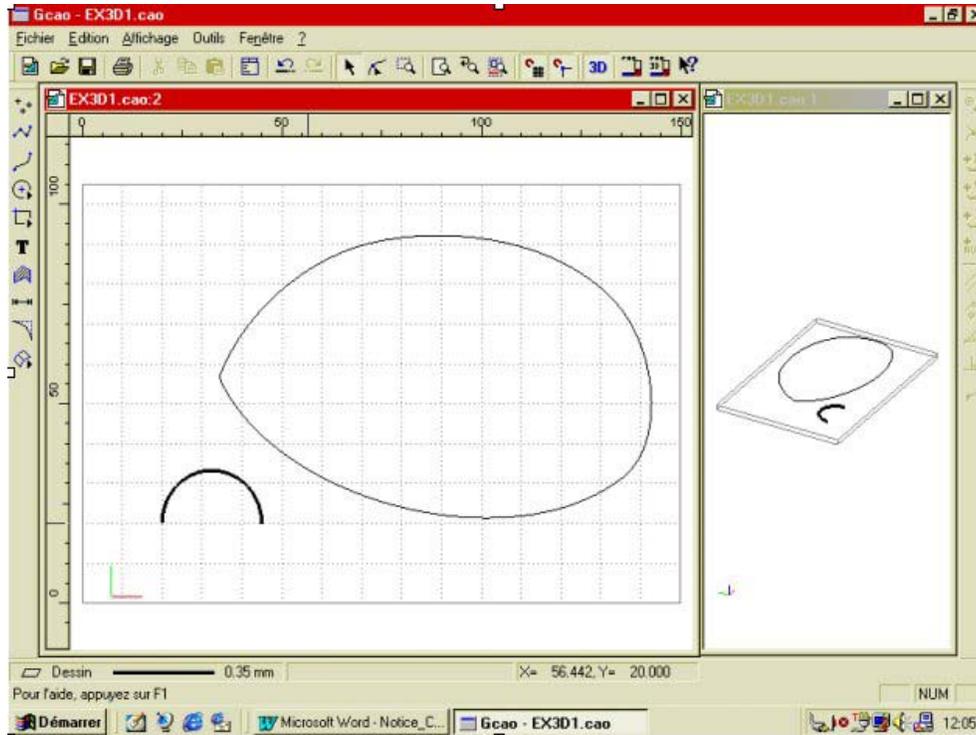


## 2.0 Exemple d'une extrusion sur courbe guide

Reprenez l'exemple de l'arc de cercle, vous pouvez supprimer la surface que vous venez de créer sans supprimer le profil, vous pouvez utiliser la fonction : « sélection filtre » pour être sûr de ne pas effacer le profil.

Repositionnez le profil dans le plan « XY » en lui faisant faire une rotation suivant l'axe « Z » de : « -90° »

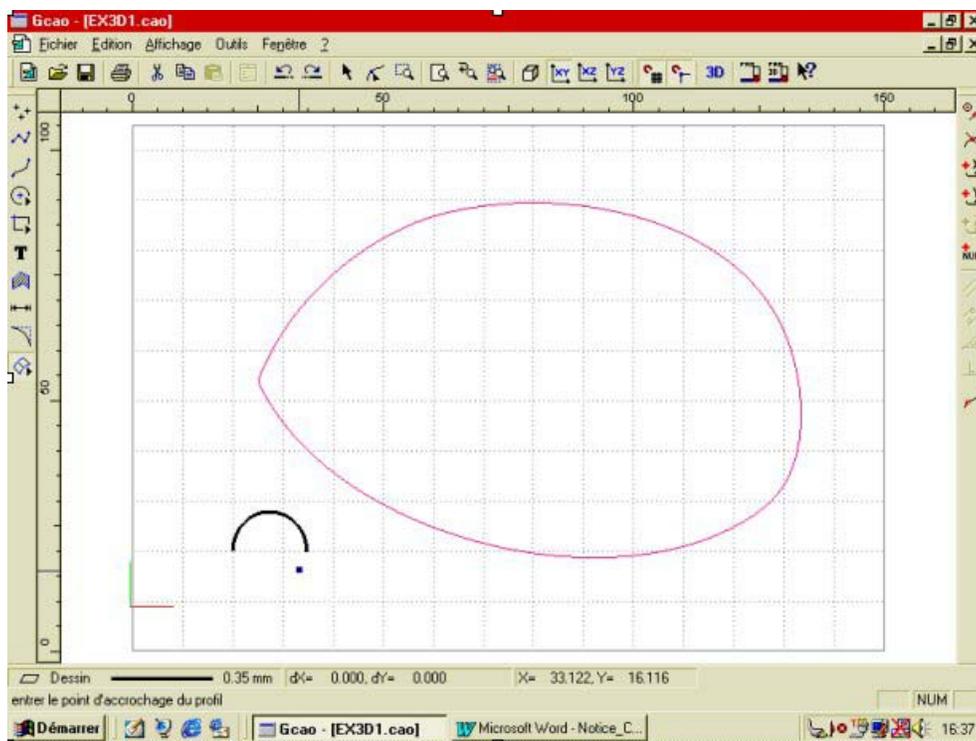
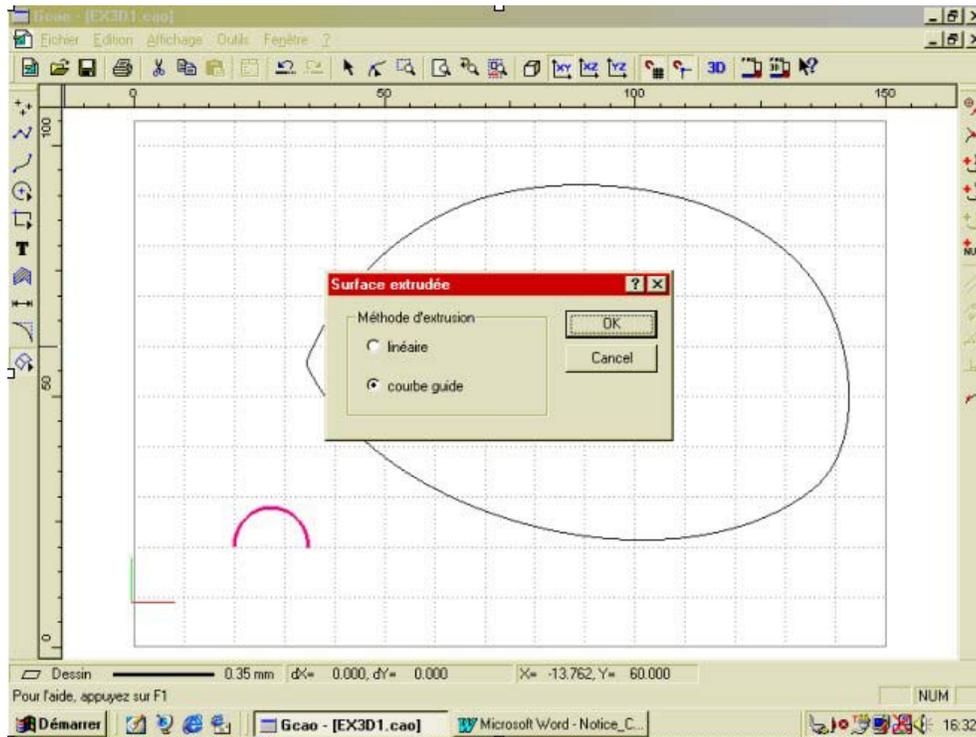
Dessinez une courbe guide sur laquelle s'appuiera le profil, cette courbe pourra être ouverte ou fermée comme sur l'exemple.



Sélectionnez le profil puis cliquez sur « surface extrudée »

Choisissez « méthode d'extrusion sur courbe guide »

Sélectionnez la courbe guide puis le point d'accrochage du profil sur la courbe guide, ce point pourra être sur le contour du profil ou sur tout autre endroit à l'intérieur ou à l'extérieur de ce profil. Vous pouvez utiliser les outils de contraintes numériques et/ou géométriques pour désigner ce point. Pour cet exemple, nous prendrons le point droit de l'extrémité de l'arc.

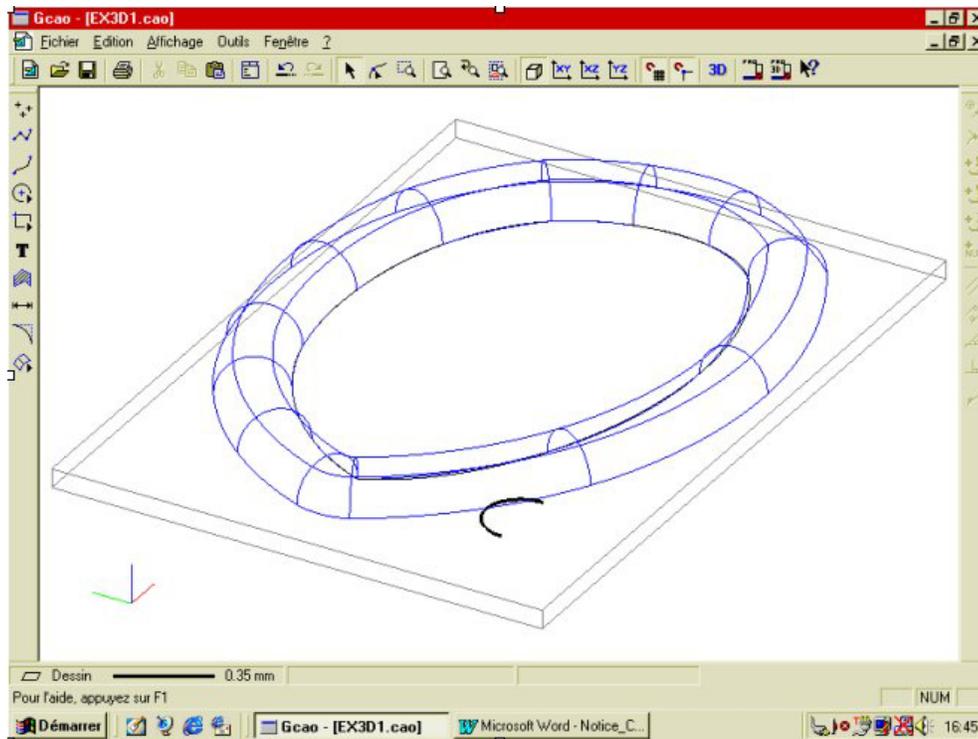
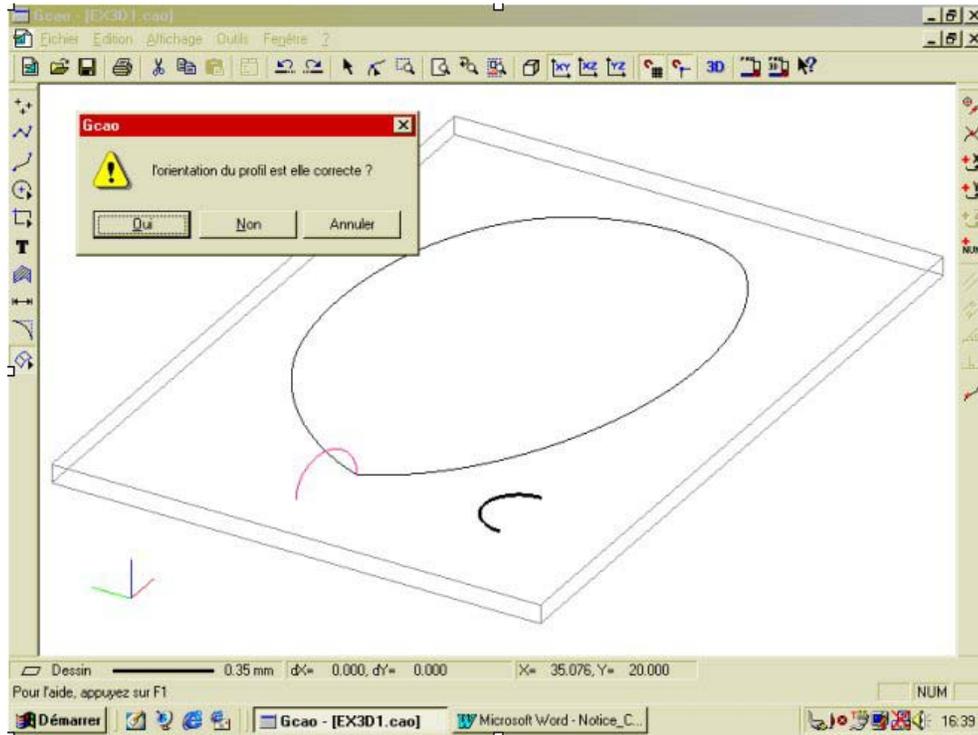


Une fois le point d'accrochage sélectionné, le dessin passe automatiquement en vue perspective mode filaire afin de pouvoir visualiser et éventuellement inverser l'orientation du profil. La rotation du profil suivant l'axe « Z » est fait automatiquement à ce moment là.

Si l'orientation vous convient, cliquez sur « oui » ce qui provoquera immédiatement la création de la surface.

Si l'orientation ne vous convient pas, cliquez sur « non » ce qui inversera l'orientation du profil, qu'il vous faudra valider ensuite en cliquant sur « oui »

Si vous cliquez sur « annuler », vous revenez en vue « XY » pour éventuellement effectuer des modifications sur le profil ou la courbe guide.

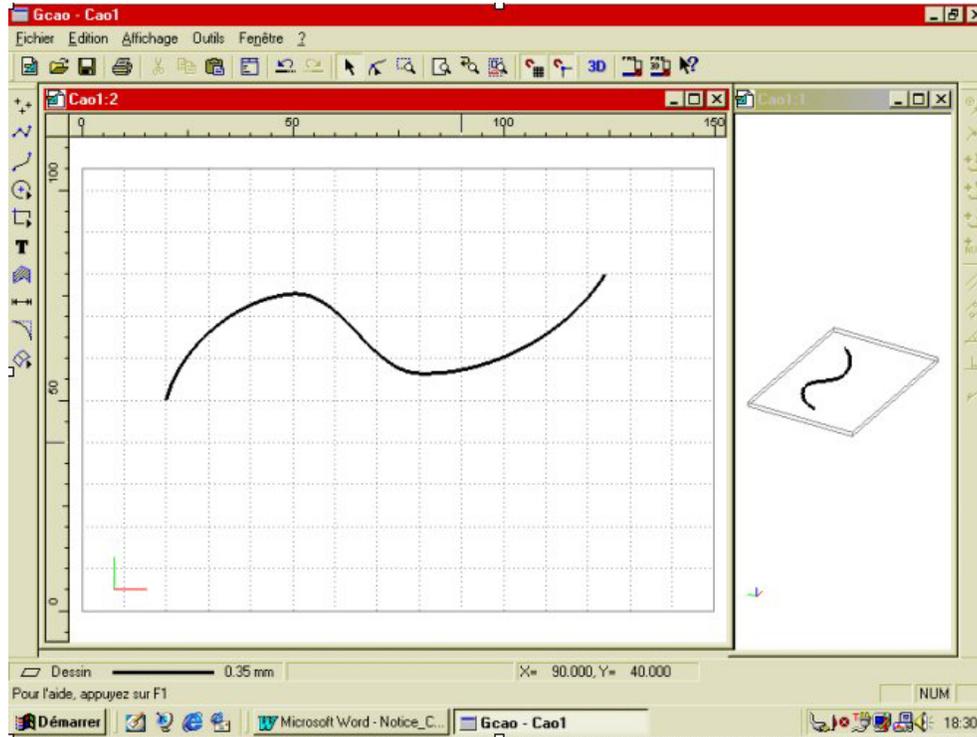


### 3.0 Principe de dessin d'une surface de révolution

Une surface de révolution est une surface créée par la rotation d'un profil autour d'un axe quelconque.

Exemple d'une surface de révolution.

Dans le module CAO, cliquez sur « fichier nouveau » \* Pour cet exemple, utilisez les paramètres de dimension du brut par défaut. ? Créez une nouvelle fenêtre et aménagez l'écran comme sur la vue suivante en attribuant la vue « perspective » à la plus petite fenêtre. Activez le « rendu réaliste » sur la vue « XY ». Dessinez une courbe semblable à celle de l'exemple ci après.



Sélectionnez cette courbe qui sera le profil de la surface.

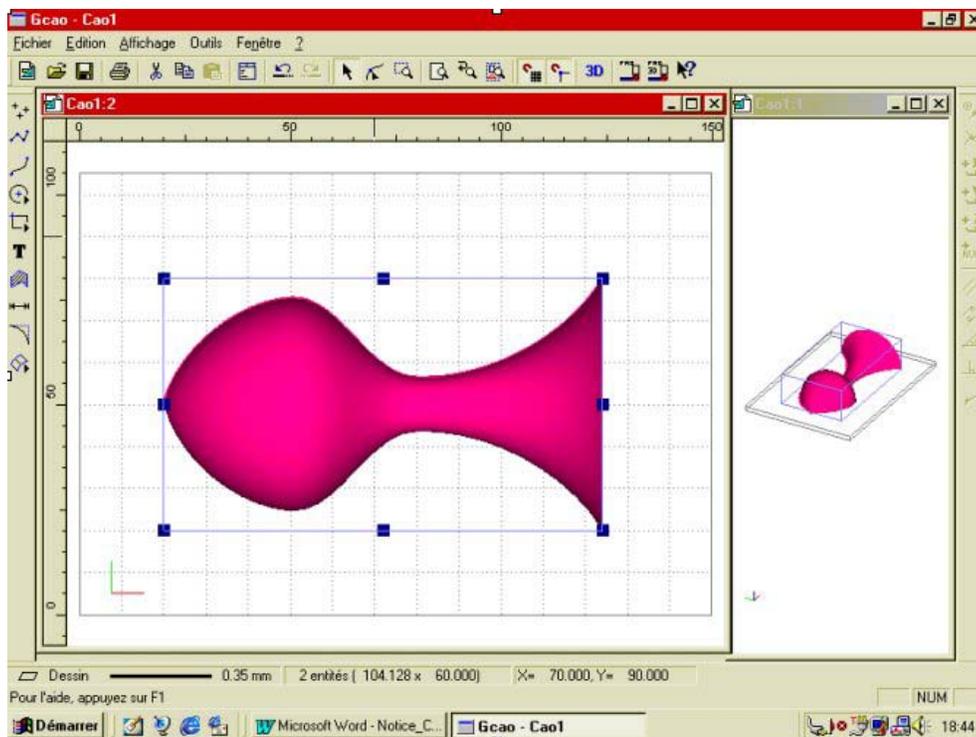
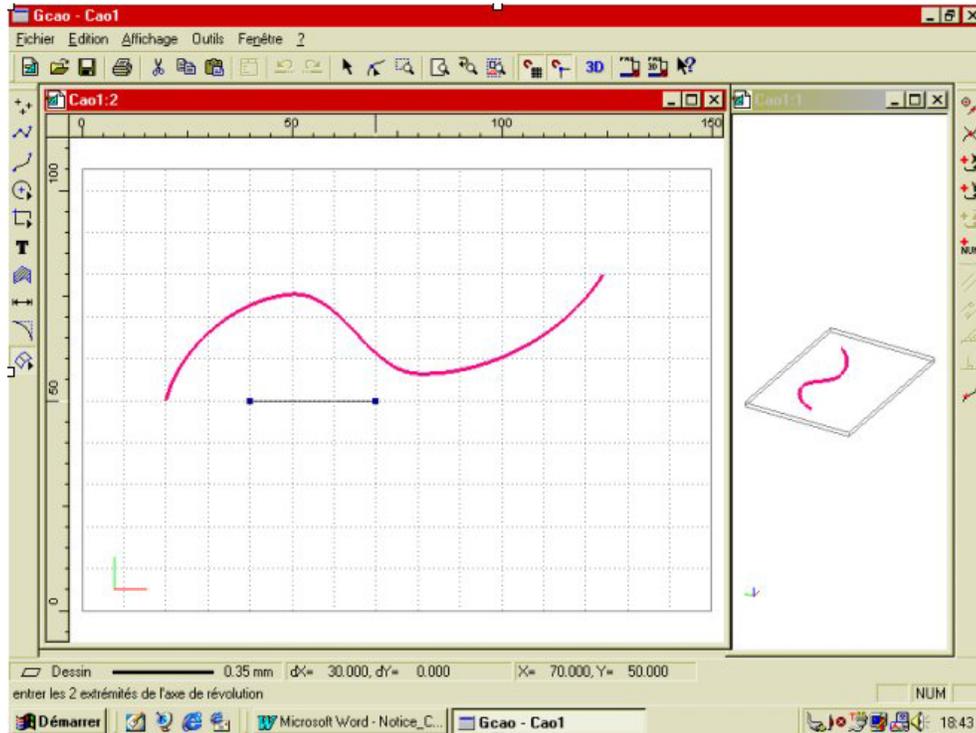
Cliquez sur l'icône : « surface » puis : « surface de révolution »

La fenêtre suivante vous propose de donner l'angle de la révolution du profil autour de l'axe.

Laissez la valeur par défaut de 180° et cliquez sur « OK »

Cliquez deux points sur l'axe des « X » pour indiquer l'axe autour duquel va tourner le profil qui va créer la surface. (Pour cet exemple, faites un axe horizontal au niveau du point le plus bas du profil.)

Une fois le deuxième point validé la surface se calcule. La rotation se faisant dans le sens trigonométrique.



Vous pouvez créer une surface de révolution autour de l'axe « Z ». Pour ce faire, il suffit de créer un point de rotation à la place d'un axe de rotation. Pour créer un point, il suffit de cliquer une fois, puis de cliquer sur le bouton droit de la souris.

#### 4.0 Principe de dessin d'une surface lissée

Une surface lissée est une surface tendue sur des profils qui peuvent aussi être appelés « couples de construction ». Il est possible de finir une surface lissée sur un point, notamment pour les surfaces type : coques de bateaux.

Exemple d'une surface lissée :

Dans le module CAO cliquez sur « fichier nouveau »

Pour cet exemple, utilisez les paramètres de dimension du brut par défaut.

Créez une nouvelle fenêtre et aménagez l'écran comme sur la vue suivante en attribuant la vue « perspective » à la plus petite fenêtre. Activez le « rendu réaliste » sur la vue « XY ».

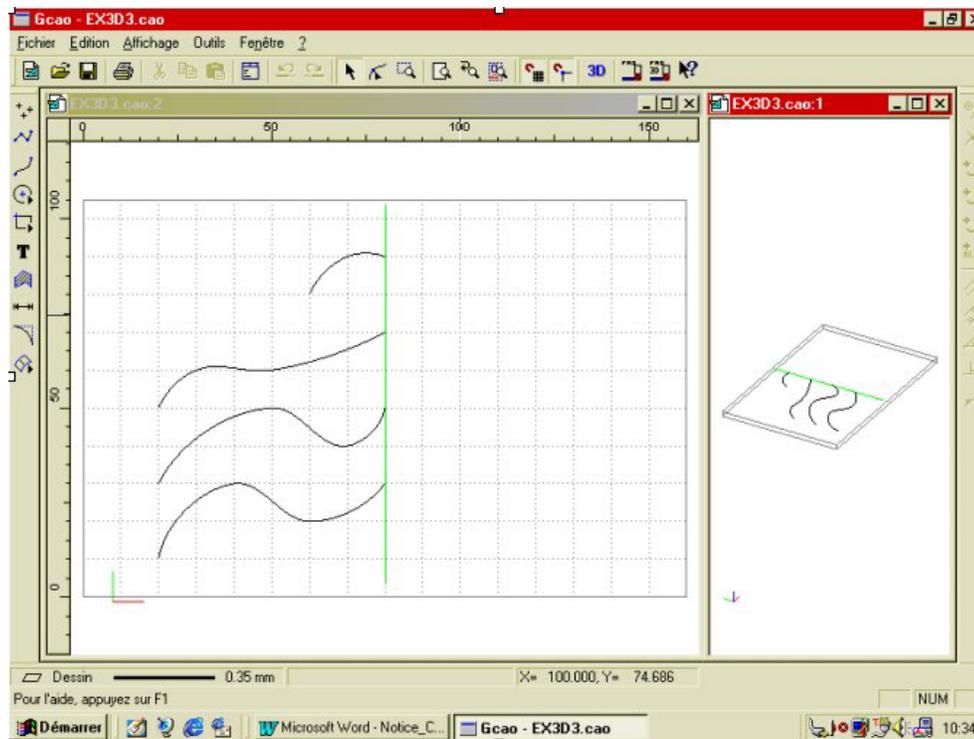
Dessinez quatre profils semblables à ceux de l'exemple. Attention, chaque profil doit s'arrêter environ au milieu de la zone de dessin et impérativement à la même coordonnée « X » afin de pouvoir réaliser une symétrie parfaite.

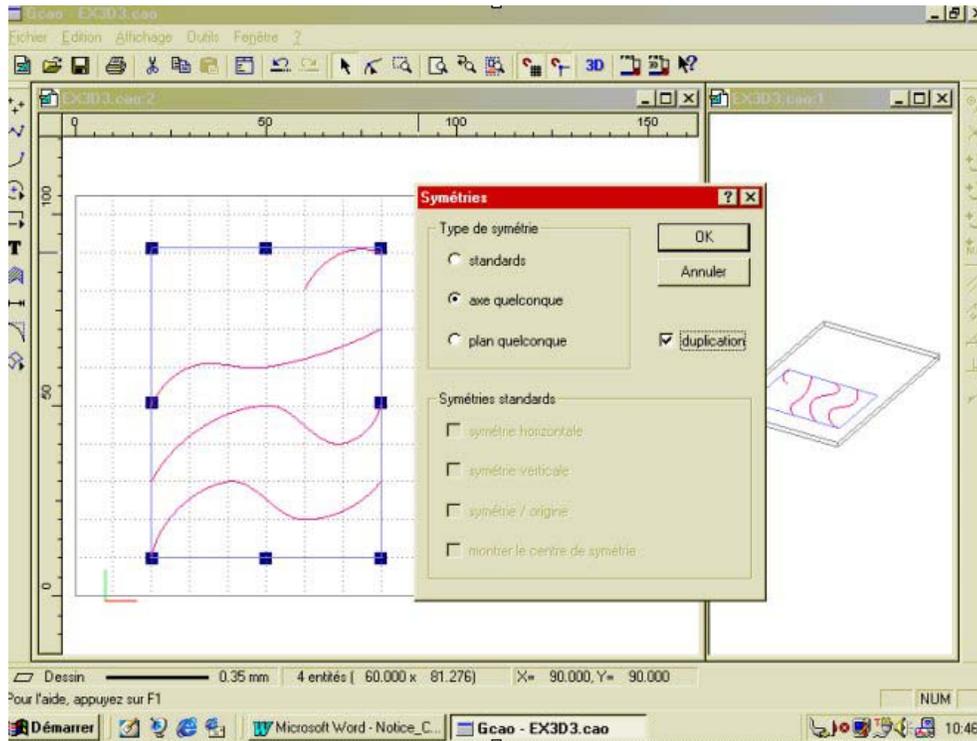
Vous pouvez, comme sur l'exemple, dessiner un axe dans une couleur et un plan différent afin d'avoir un repère.

La forme des profils n'a aucune importance pour cet exemple, vous pouvez utiliser des courbes de Bézier, des polygones ou des arcs si vous le souhaitez.

Une fois les profils dessinés, supprimez l'axe de repérage si vous en avez créé un et sélectionnez l'ensemble des quatre profils.

Faites une symétrie « axe quelconque » avec duplication en désignant comme axe de symétrie l'axe vertical des extrémités droites des profils.



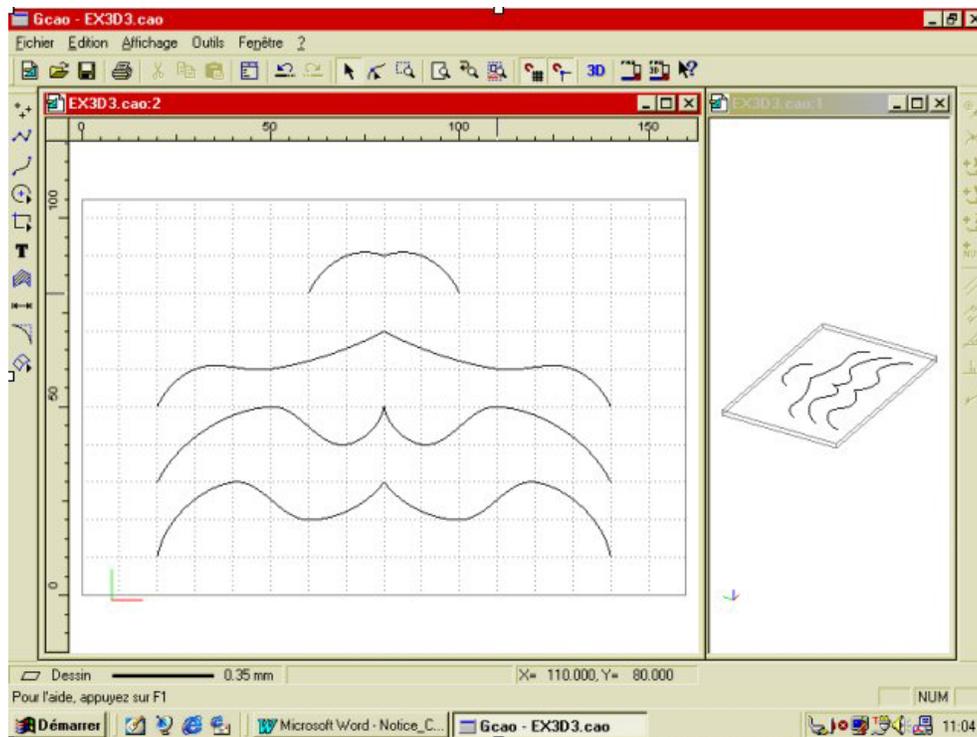


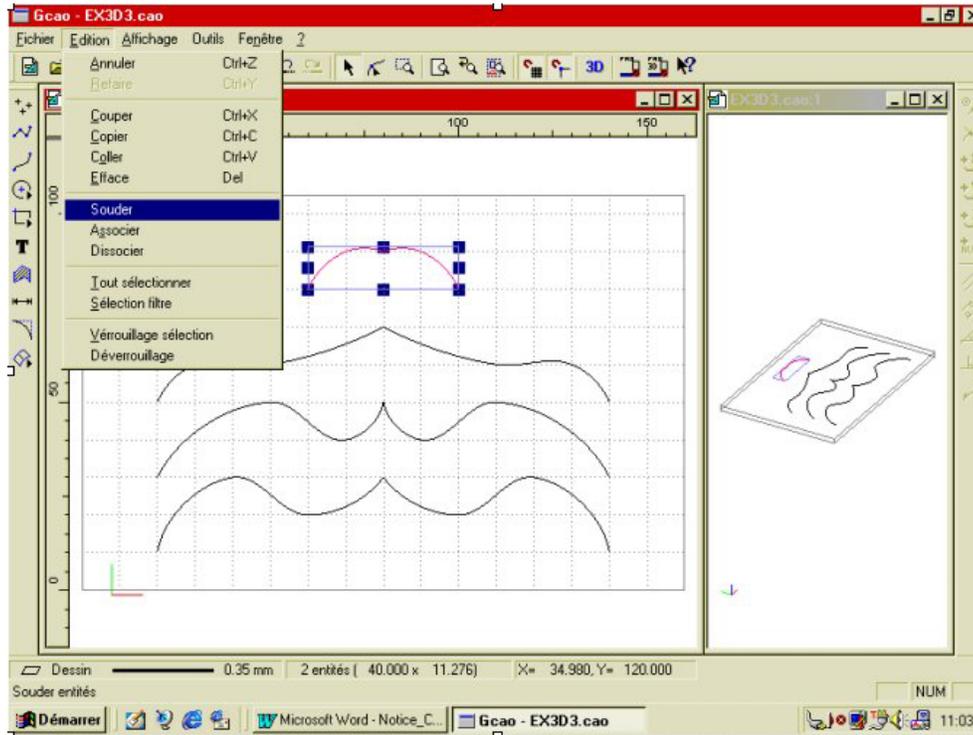
Les profils ainsi créés sont en deux parties. Il est donc impératif de les souder afin de créer quatre entités entières.

Sélectionnez le profil du haut (ou du bas si vous préférez !) composé de deux courbes.

Soudez-les en utilisant la fonction « souder » du menu « édition ».

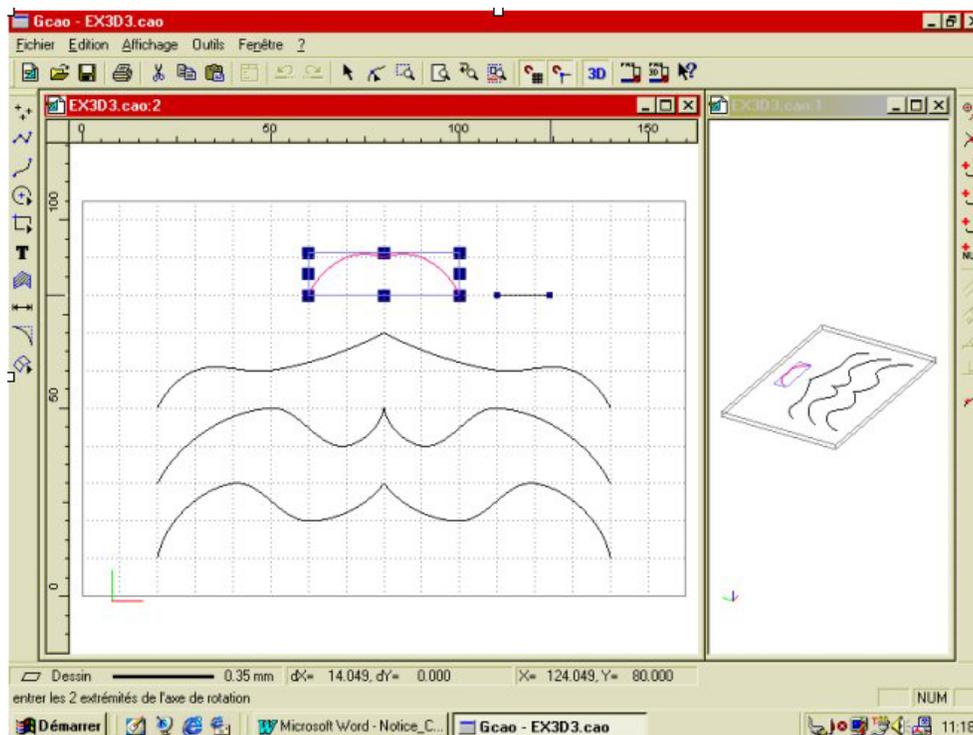
Répétez cette opération sur les trois autres profils.

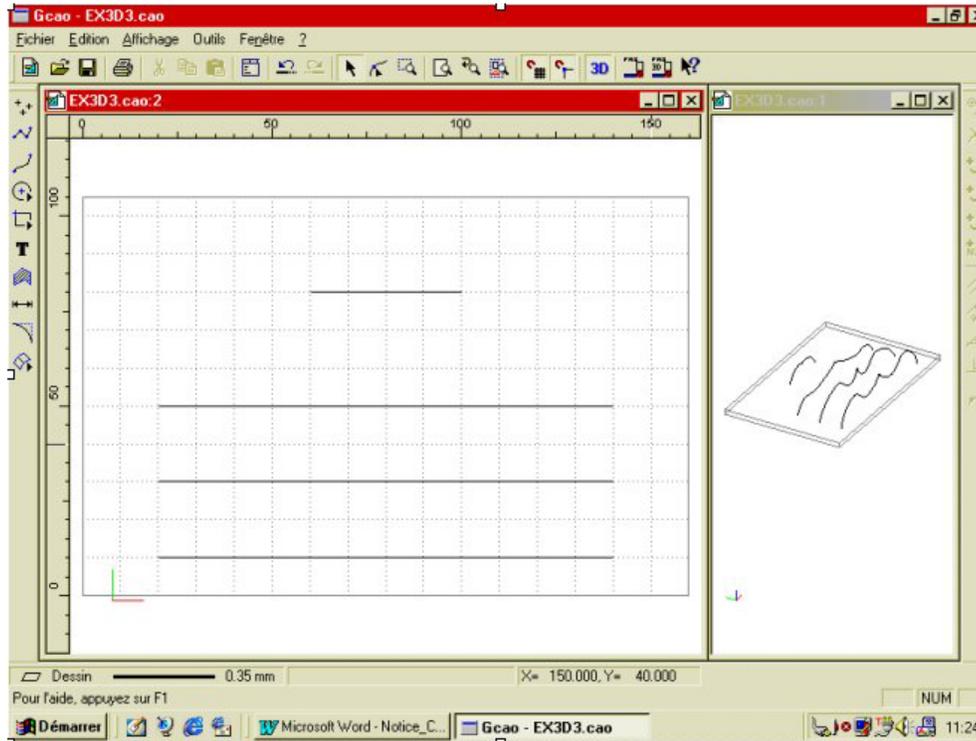




Une fois les soudures effectuées, vous allez faire effectuer une rotation de  $90^\circ$  de chaque profil suivant l'axe « Z ». Sélectionnez le profil du haut (ou du bas si vous préférez !)

Après avoir activé la fonction « 3D » , faites une rotation de  $90^\circ$  et montrez l'axe de rotation à la base du profil. Répétez cette opération sur les trois autres profils.





Les profils sont maintenant positionnés pour recevoir la surface qui va les recouvrir à la manière d'une toile de tente.

Vous allez maintenant créer cette surface.

Sélectionnez l'ensemble des quatre profils.

Cliquez sur l'icône : « surface »  puis : « surface lissée »   
 Comme demandé dans la ligne d'aide, donnez l'ordre de chaînage et la direction des profils.

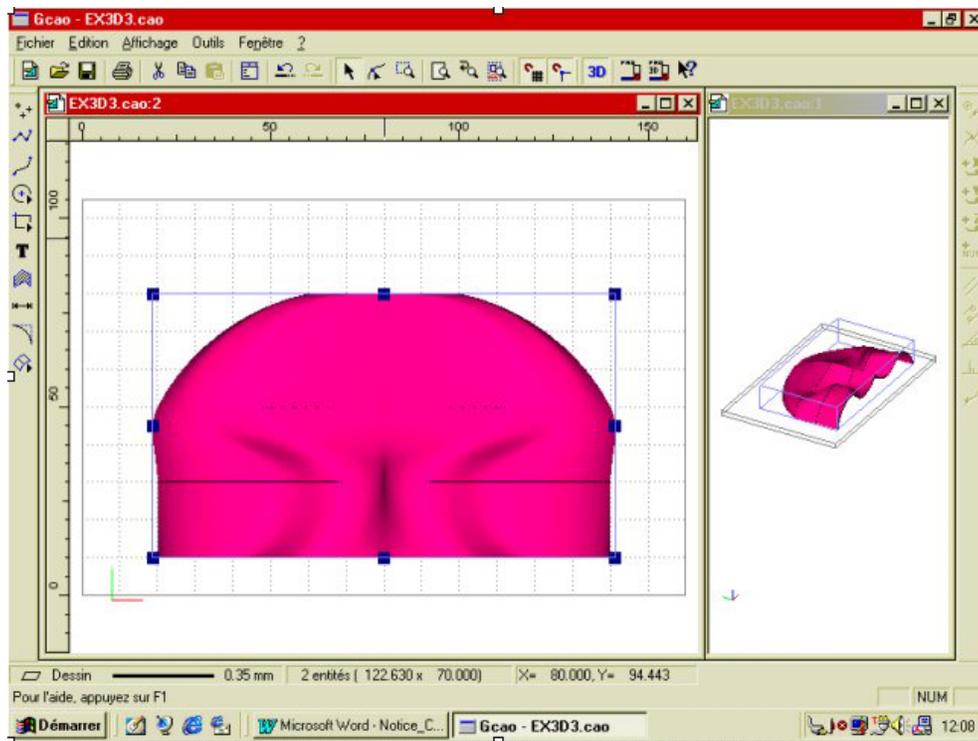
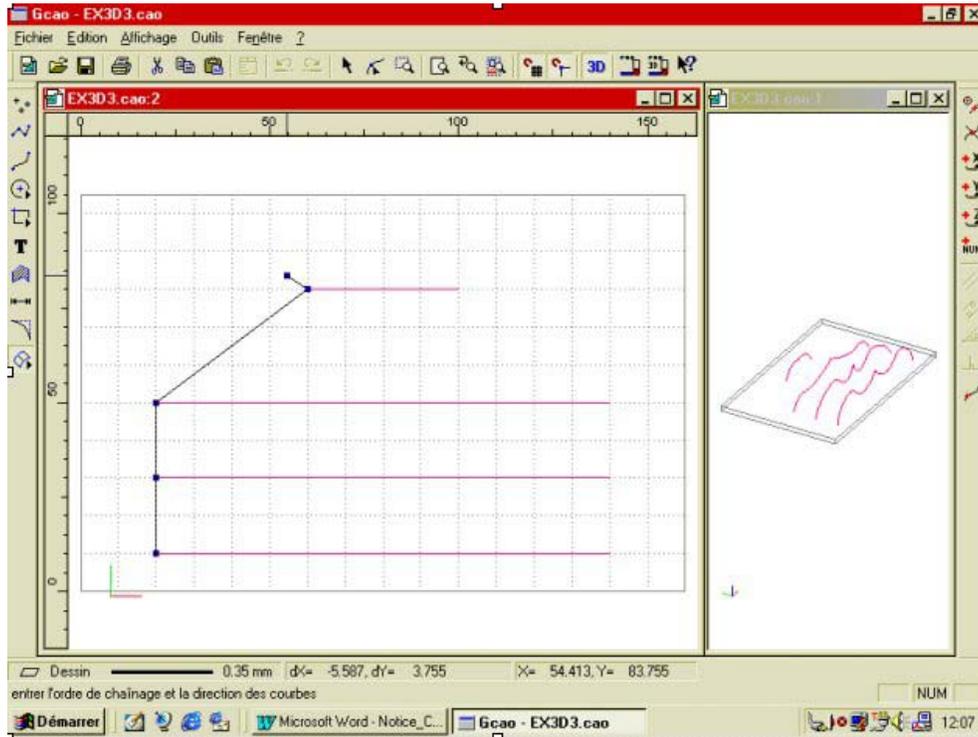
L'ordre de chaînage se fait par la désignation de chaque profil pour donner l'ordre dans lequel la surface va se créer, si vous désignez par exemple le profil du haut, puis celui du bas, puis un des deux profils intermédiaires, vous allez créer une surface en vague ! (le cas le plus courant est de les désigner dans l'ordre croissant ou décroissant).

La direction est le sens (gauche / droite) où la surface va se créer ; si vous alternez les sens vous allez croiser les surfaces. (Cas rare sauf pour des applications artistiques !).

Pour cet exemple vous allez désigner successivement chaque profil du bas vers le haut en partant à gauche (ou à droite) mais sans croisement.

Cliquez sur l'extrémité gauche du profil du bas, puis successivement sur chaque extrémités gauches de chaque profil dans l'ordre croissant.

Après avoir validé le dernier point, faites un clic droit qui arrêtera la désignation et lancera le calcul de la surface.



## 5.0 Principe de dessin d'une surface plane délimitée

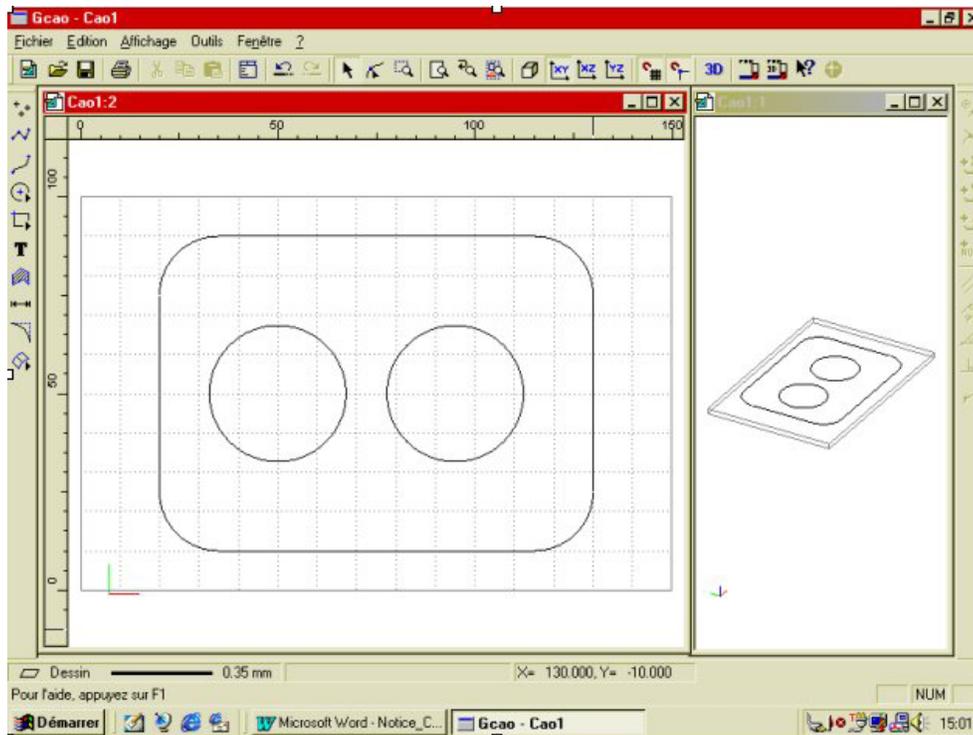
Une surface plane délimitée est une surface créée à l'intérieur d'un contour fermé et soudé qui peut être orientée dans tous les plans. Pour créer une surface plane délimitée, il suffit de sélectionner un contour fermé, de le souder, puis de cliquer sur : « surface plane délimitée » pour que la surface soit créée.

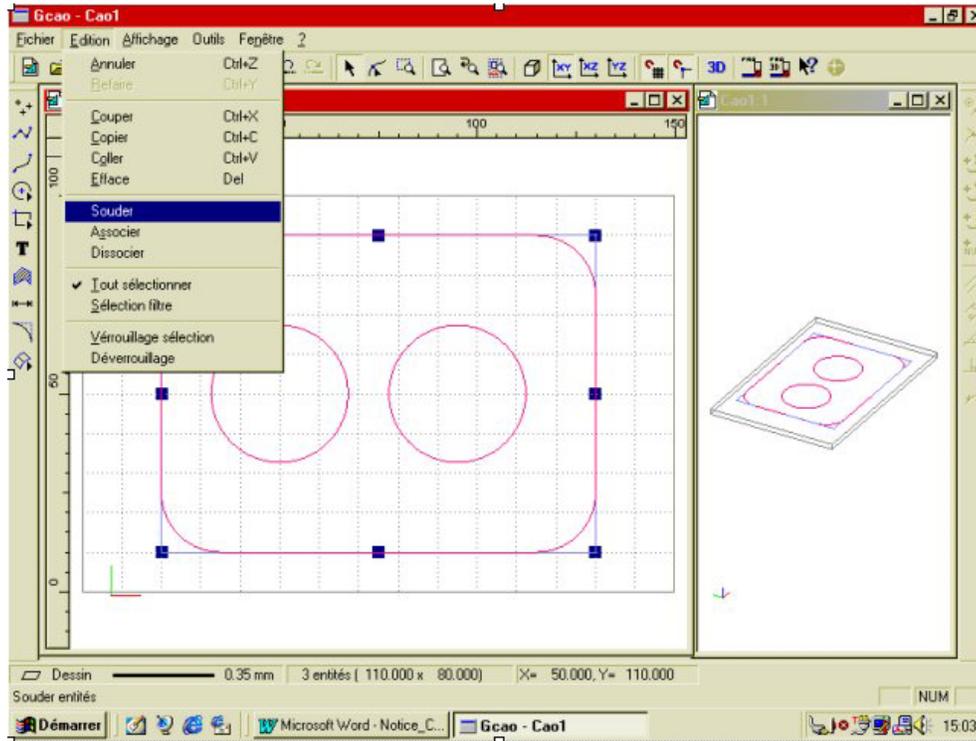
**Attention** : une surface plane délimitée n'est pas visible si le mode « rendu réaliste » n'est pas activé. Si un ou plusieurs contours fermés et soudés sont à l'intérieur et sont sélectionnés en même temps, ils seront évités par la surface. Par contre si des contours sont en intersection, la surface ne sera pas créée et un message d'erreur avertira l'opérateur.

Exemple d'une surface plane délimitée :

Créez un contour rectangulaire avec des arrondis à chaque angle (les dimensions n'ont aucune importance) et dessinez deux cercles à l'intérieur.

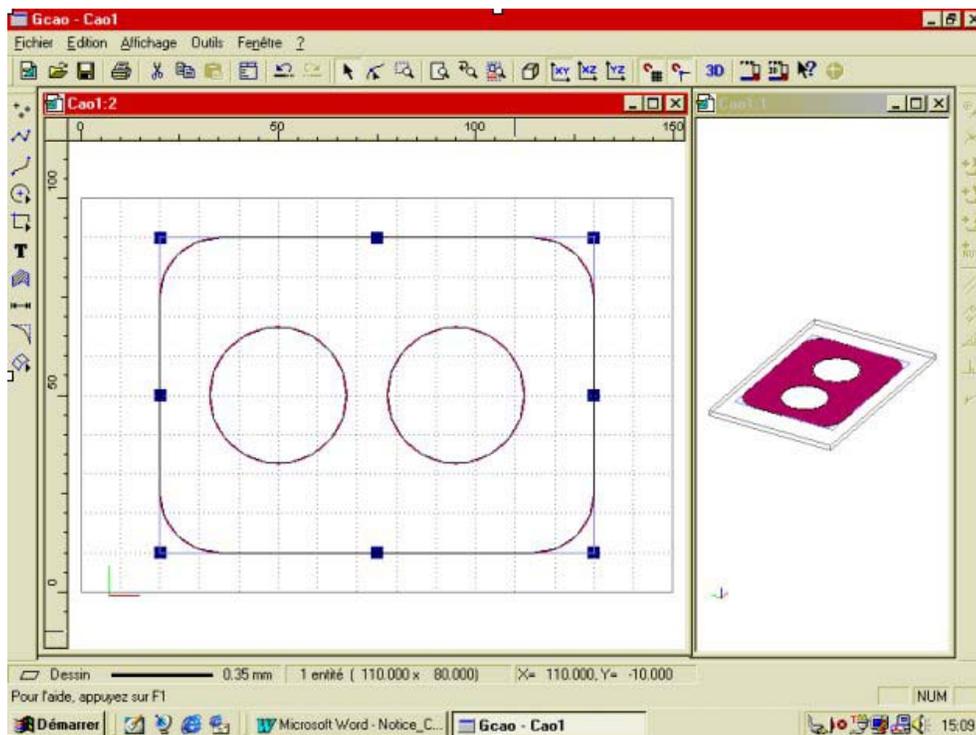
Sélectionnez l'ensemble des contours et soudez-les.

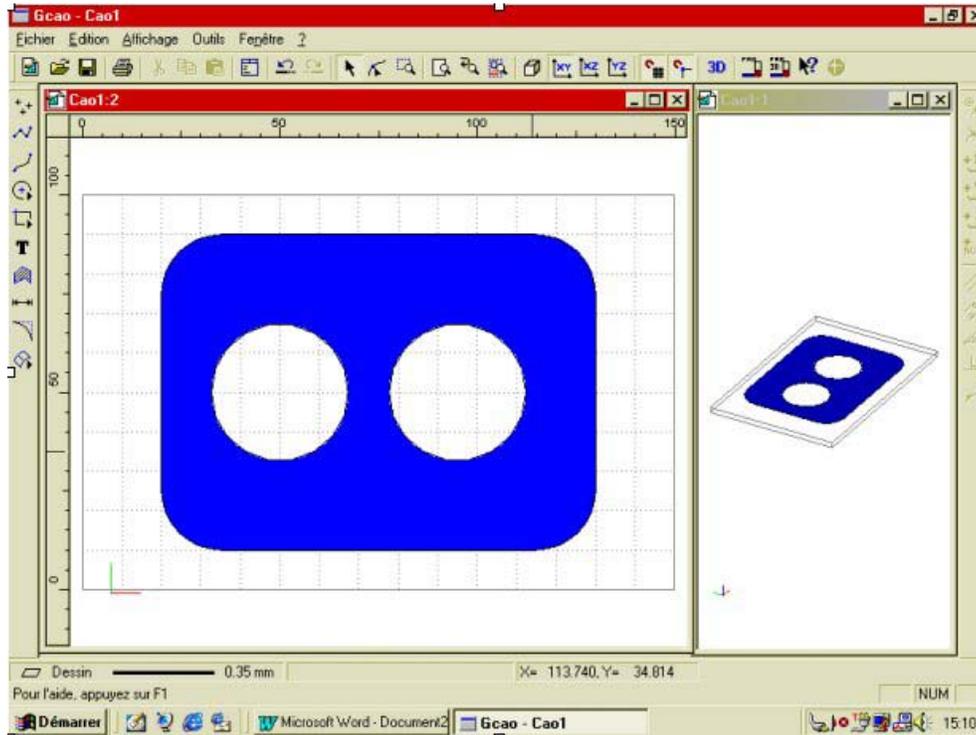




Cliquez ensuite sur l'icône « surface plane délimitée »   
 La surface est créée et est visible en rendu réaliste sur la vue perspective.  
 Activez le rendu réaliste dans la vue principale (XY)

Cette surface plane peut être manipulée dans toutes les vues comme n'importe quelle surface.





**Vous pouvez par ces techniques réaliser autant de surfaces que vous souhaitez, elles pourront s'entrecroiser les une avec les autres en créant automatiquement les contours d'intersection. Vous ne pouvez pas agir directement sur les surfaces, en cas de modifications ; supprimez la ou les surfaces puis modifiez les profils, courbes guides ou contours et régénérez les surfaces. Si vous utilisez le module de FAO 3D de Charlygraal vous pourrez générer des parcours d'outils sur toutes les surfaces visibles et accessibles en vue de dessus. La CAO 3D de Charlygraal est un logiciel surfacique simple qui ne réalise pas d'opération Booléenne.**

## 6.0 CAO GRAAL 3D-2

### 6.1 Exemples de dessins surfaciques 3D.

Afin de vous aider à prendre en main les fonctions surfaciques de CharlyGRAAL, nous vous proposons de réaliser deux exercices guidés. **Pensez à enregistrer le fichier et à le sauvegarder régulièrement. (Vous pouvez l'appeler « Ex5.CAO »).**

6.2 Premier exercice 3D : dessin d'une assiette.

Pour ce premier exercice 3D vous allez utiliser la fonction « surface de révolution »

Une fois avoir ouvert le module CAO de CharlyGRAAL, donnez les dimensions du brut suivant : - X = 120 - Y = 120 - Z = 4

En fait, pour cet exemple, la cote de l'axe « Z » n'a pas d'importance car vous allez dessiner au-dessus du brut.

Comme pour les exemples précédents, aménagez votre écran avec deux fenêtres en attribuant la vue perspective à la petite fenêtre et activez le « rendu réaliste » (menu fenêtre) !

Vous allez maintenant dessiner le profil.

Cliquez sur « polyligne » puis sur « saisie numérique onglet absolu » (raccourci clavier = « enter »)

Saisissez les coordonnées absolues : - X = 60 - Y = 60

Validez la position par « OK » puis clic souris.

Cliquez sur « saisie numérique onglet relatif » (raccourci clavier = « Ctrl + Flèche ext ») puis saisissez les coordonnées relatives suivantes : - X = -32.5 - Y = 0

Validez la position par « OK » puis clic souris.

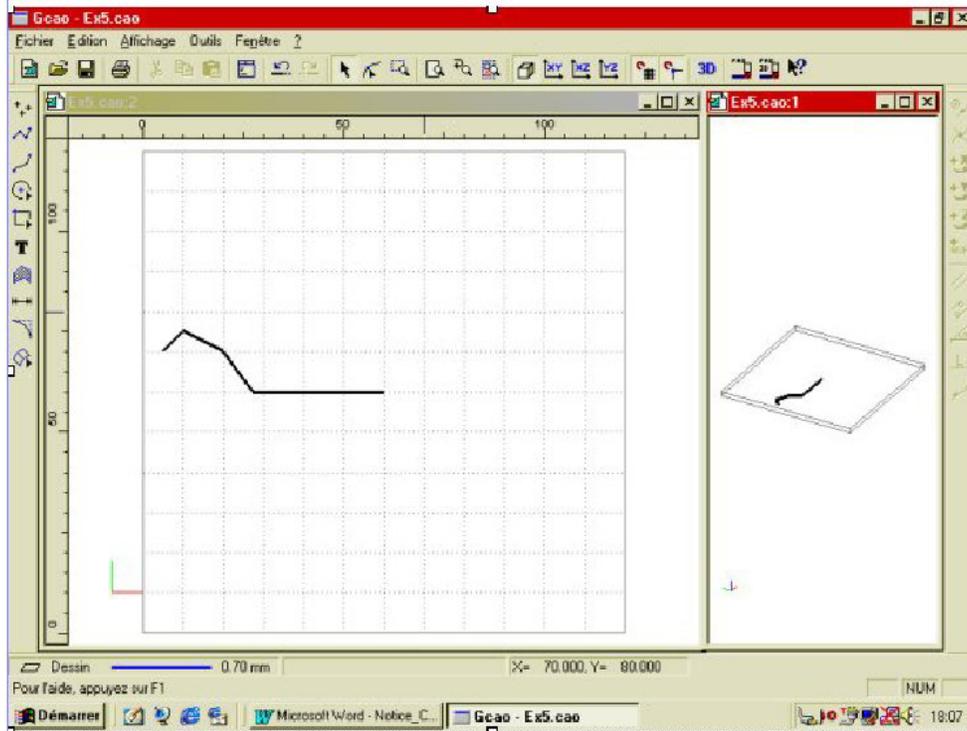
Renouvelez trois fois cette opération avec successivement les valeurs suivantes :

- X = -7.5 - Y = 10

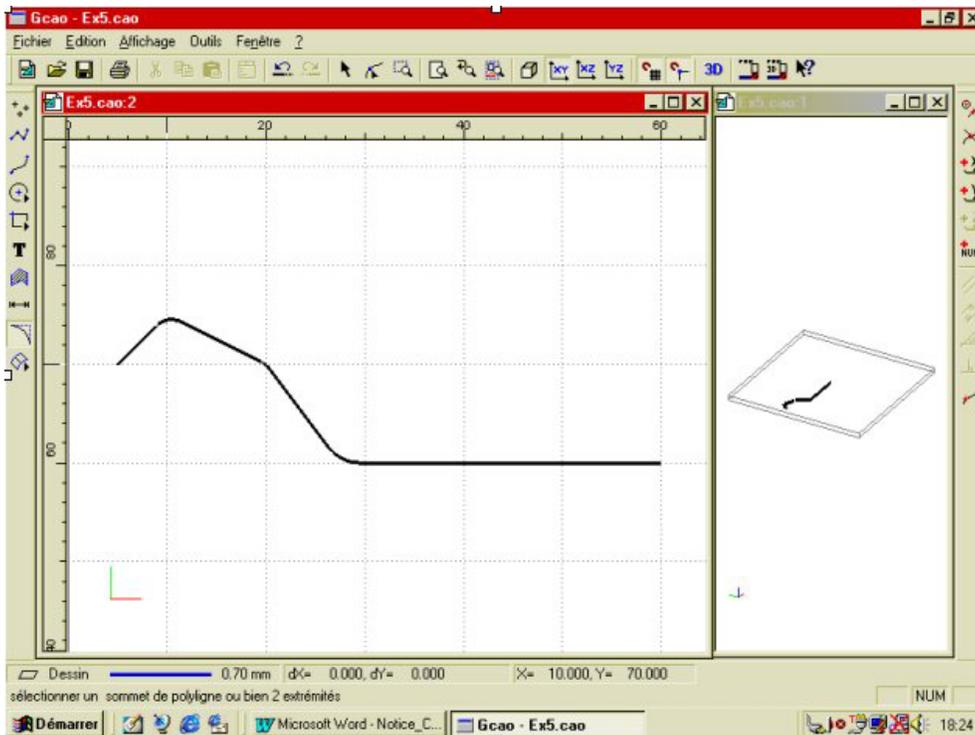
- X = -10 - Y = 5

- X = -5 - Y = -5

Une fois la dernière position validée, cliquez à droite pour arrêter la construction.

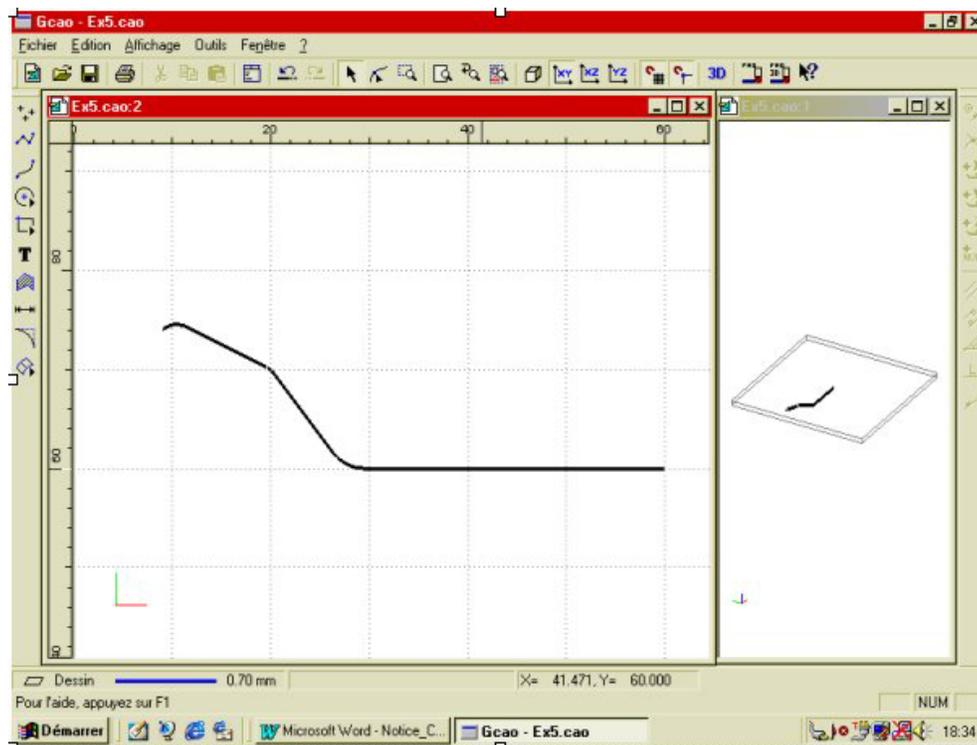
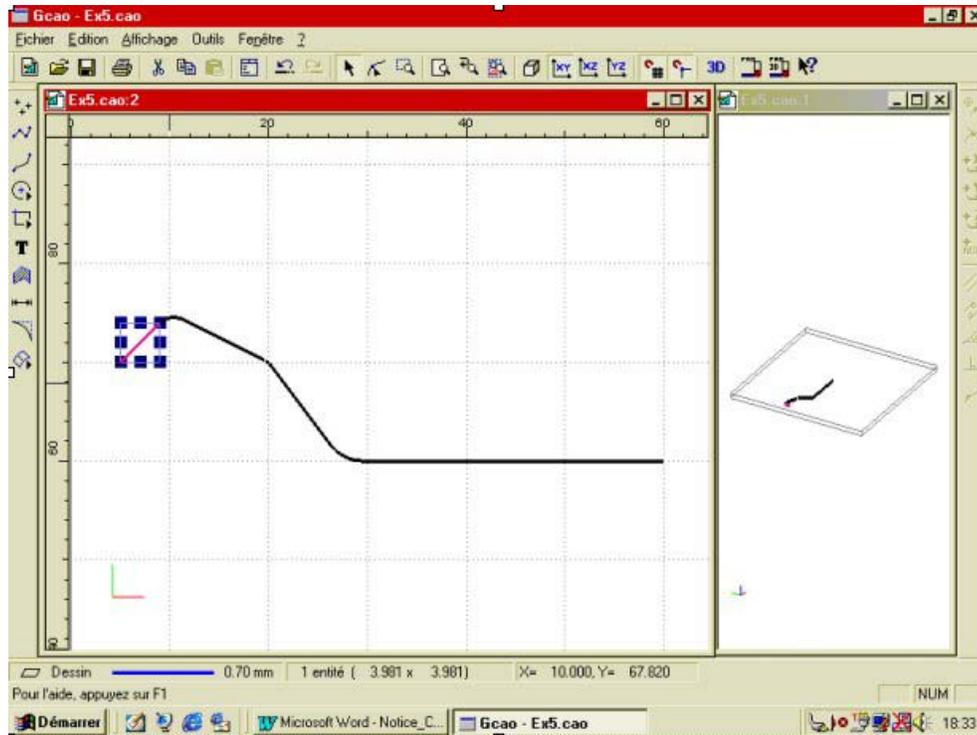


Vous allez maintenant réaliser les arrondis sur le profil de l'assiette.  
 Faites un Zoom cadre sur le profil.  
 Cliquez sur : « raccord » puis « congé »  
 Saisissez : 4 mm dans le champ « rayon du congé » puis validez par « OK ».  
 Cliquez sur l'angle bas du profil.  
 Renouvelez l'opération sur les deux autres angles avec un rayon de : 2 mm.



Vous allez maintenant supprimer le bord gauche de l'assiette après le congé ; mais pour pouvoir réaliser cette opération, il vous faut d'abord dissocier les entités du profil qui se sont associées automatiquement.  
 Sélectionnez le profil, puis cliquez sur « dissocier » du menu « édition »

Sélectionnez ensuite le bord gauche de l'assiette avant l'arrondi et supprimez-le.



Le profil est maintenant terminé, vous allez le souder avant de lui appliquer une rotation de  $90^\circ$  par rapport au plan : « Z ».

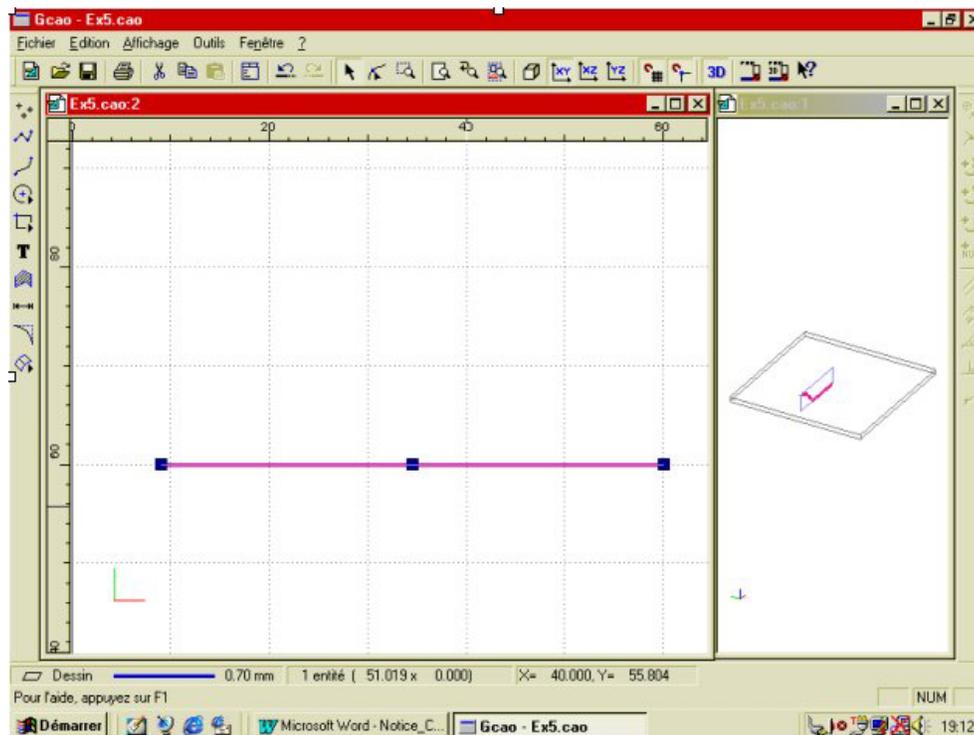
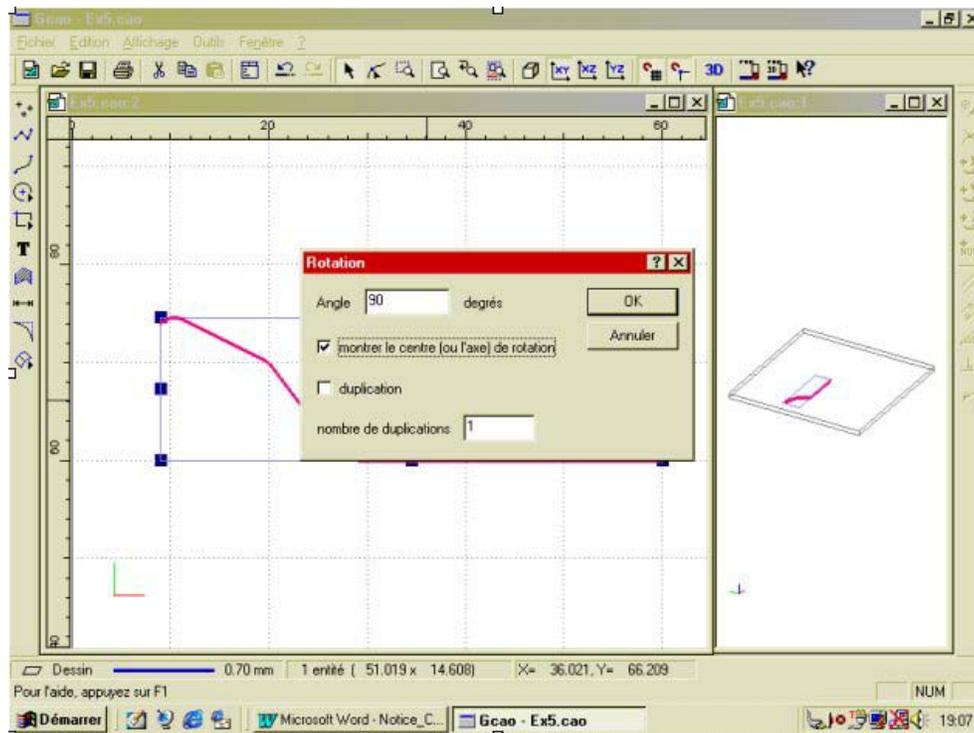
Sélectionnez le profil avec une sélection cadre, puis cliquez sur « souder » du menu : « édition ».

Après avoir activé l'icône « 3D » , cliquez sur « rotation » (menu contextuel).

Saisissez :  $90^\circ$  et cochez : « montrer le centre ou l'axe de rotation ».

Validez par « OK ». Cliquez deux points sur l'axe des « X » au niveau de la base du profil.

La rotation se fait au deuxième clic.



Le profil est maintenant terminé et positionné, vous allez pouvoir générer la surface autour d'un axe « Z ».

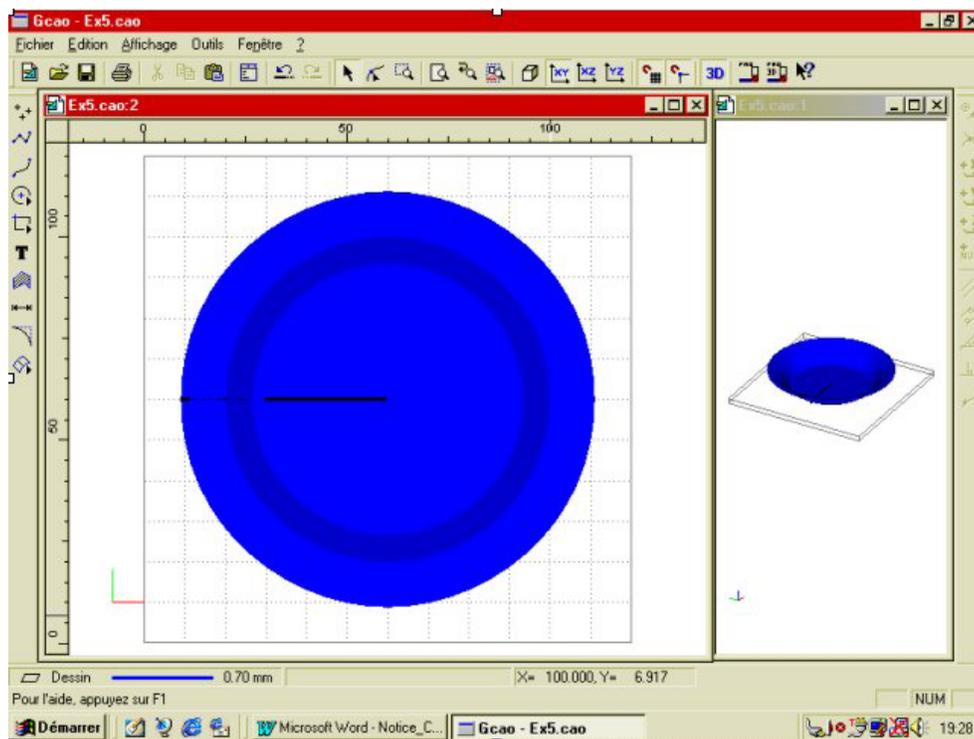
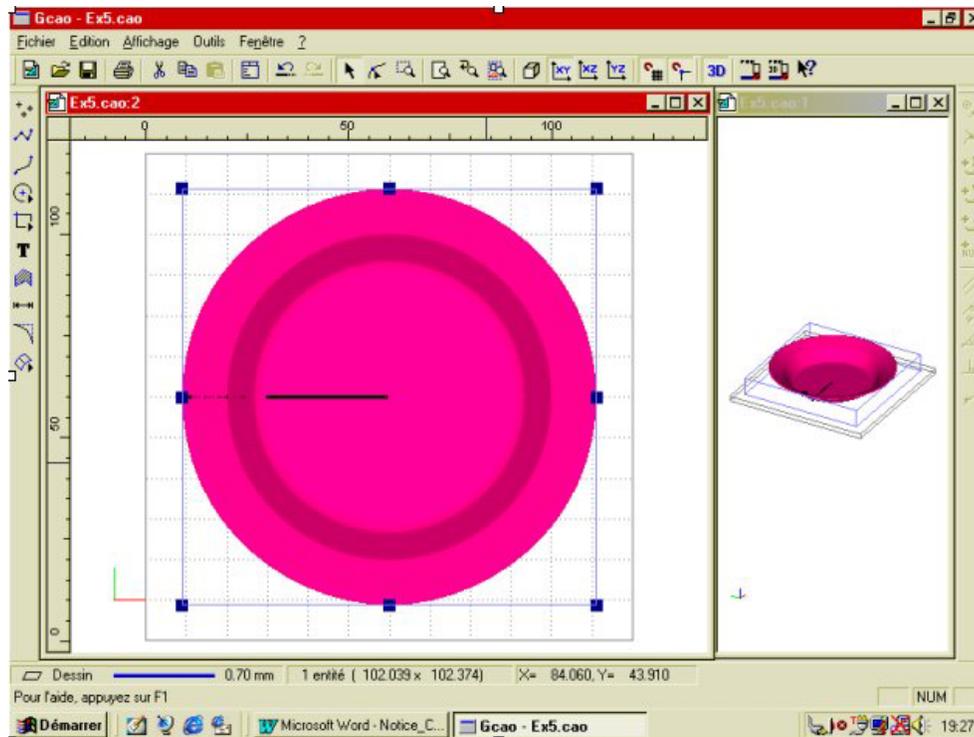
Cliquez sur « zoom page »

Cliquez sur « surface » puis sur « surface de révolution »

Saisissez un angle de révolution de :  $360^\circ$  puis cliquez sur : « OK »

Cliquez sur le point de rotation (extrémité droite du profil) en cliquant une fois sur le bouton gauche puis immédiatement sur le bouton droit.

La surface est maintenant créée et l'assiette est représentée en rendu réaliste si vous avez activé cette fonction.



L'assiette est maintenant terminée. Si vous désirez effectuer l'usinage 3D de cet exercice, vous devez posséder une licence du logiciel FAO GRAAL3D et dans ce cas, reportez-vous au manuel d'apprentissage de ce logiciel. Si vous n'avez pas acquis cette licence, contactez les services commerciaux de la société Charlyrobot :

**Charlyrobot SA**

**BP 22**

**74350 Cernex**

**Tel : 04 50 32 80 00**

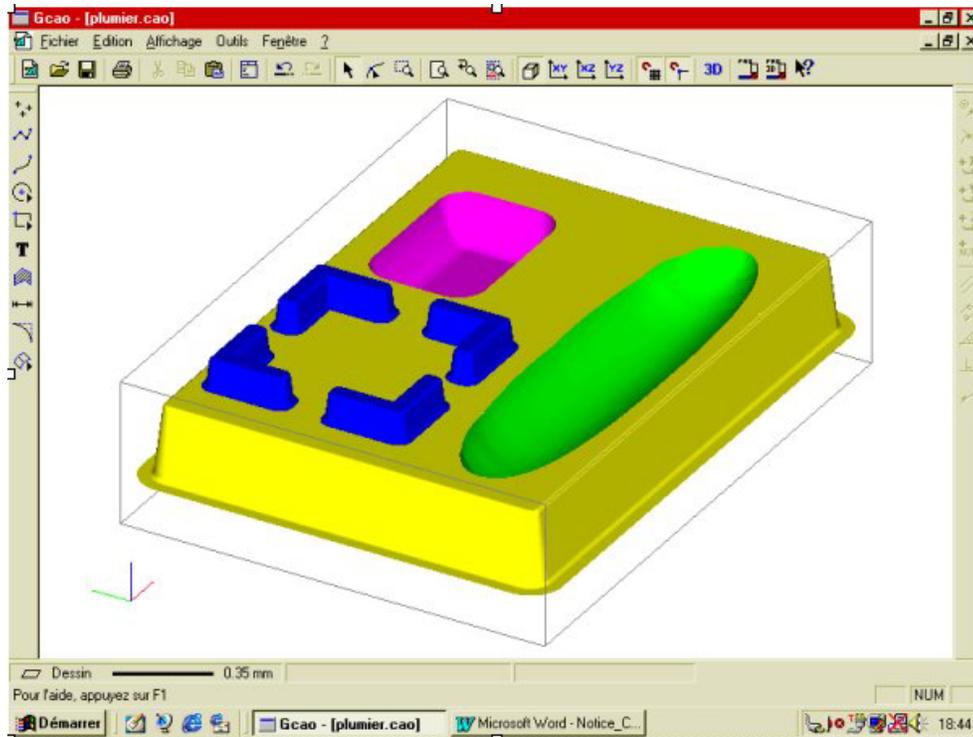
**Fax : 04 50 44 00 41**

**E-mail [charlyrobot@charlyrobot.com](mailto:charlyrobot@charlyrobot.com)**

## CAO GRAAL 3D-3

### Exemples de dessins surfaciques 3D.

Afin de vous aider à prendre en main les fonctions surfaciques de CharlyGRAAL, nous vous proposons de réaliser deux exercices guidés. **Pensez à enregistrer le fichier et à le sauvegarder régulièrement. (Vous pouvez l'appeler « Ex6.CAO »)**



### 7.2 Deuxième exercice 3D : dessin d'un plumier.

Pour cet exercice, vous allez utiliser les fonctions de surfaces extrudées, de surfaces lissées et de surfaces planes délimitées.

Afin de faciliter la lisibilité du dessin, vous allez placer les surfaces dans un plan différent ( le plan 1).

Après avoir ouvert le module de CAO, donnez les dimensions de brut suivantes :  
- X = 190 - Y = 160 - Z = 50

Paramétrez la grille au pas de 5 mm.

Puis dans l'onglet « surfaces », choisissez le « plan 1 ».

Ces dimensions correspondent aux côtes des blocs de résine « LAB 50 » disponibles dans la liste d'accessoires.

Comme pour les exemples précédents, aménagez votre écran avec deux fenêtres en attribuant la vue perspective à la petite fenêtre et activez le « rendu réaliste (menu fenêtre) !

Vous allez maintenant dessiner le contour extérieur du plumier.

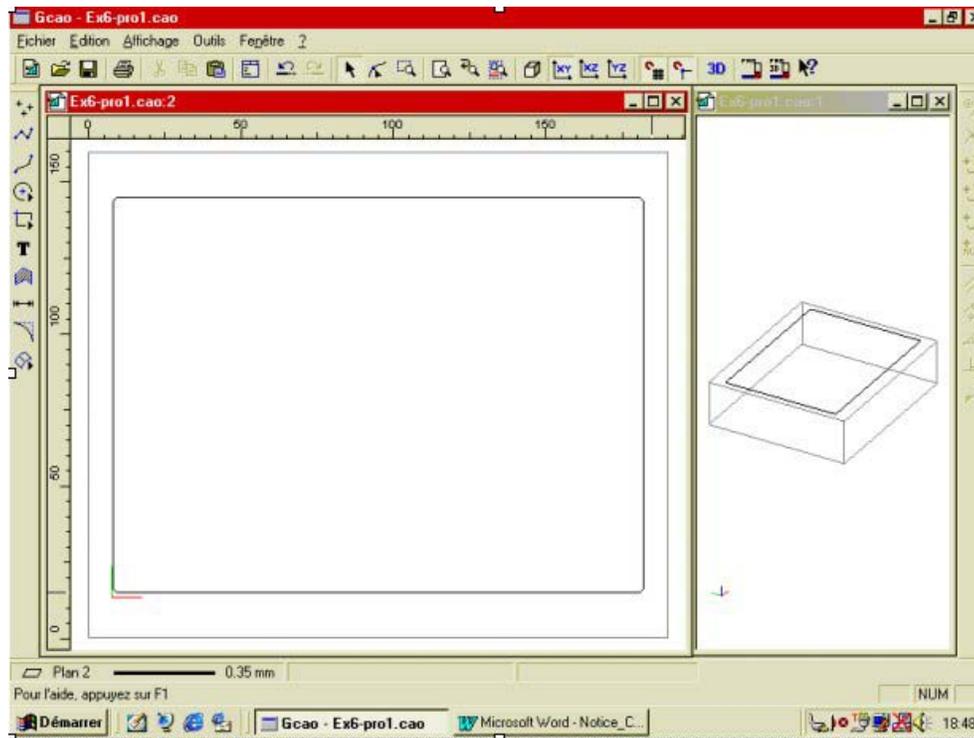
Cliquez sur l'outil « forme, rectangle ».

Dans la fenêtre « saisie numérique onglet absolu », saisissez : - X = 8 - Y = 15

Validez puis en relatif saisissez : - X = 174 - Y = 130

Réalisez quatre raccords congés aux quatre coins de : rayon = 2 mm.

Sélectionnez ce contour et soudez le en utilisant la fonction « souder » du menu « édition »



Vous allez dessiner la zone à crayon du plumier.  
Cliquez sur l'outil : « courbe de Bézièrs »  
Saisissez en absolu les valeurs : - X = 15 - Y = 40

Puis après avoir validé,  
Saisissez en relatif les valeurs : - X = 80 - Y = 20

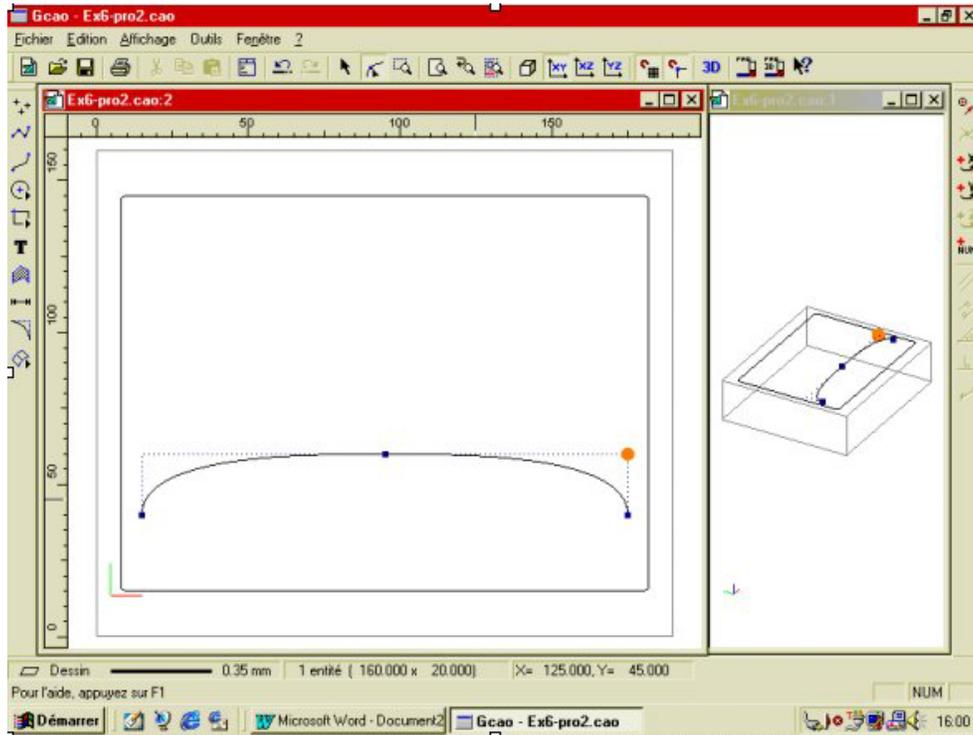
Puis après avoir validé,

Saisissez en relatif les valeurs : - X = 80 - Y = -20

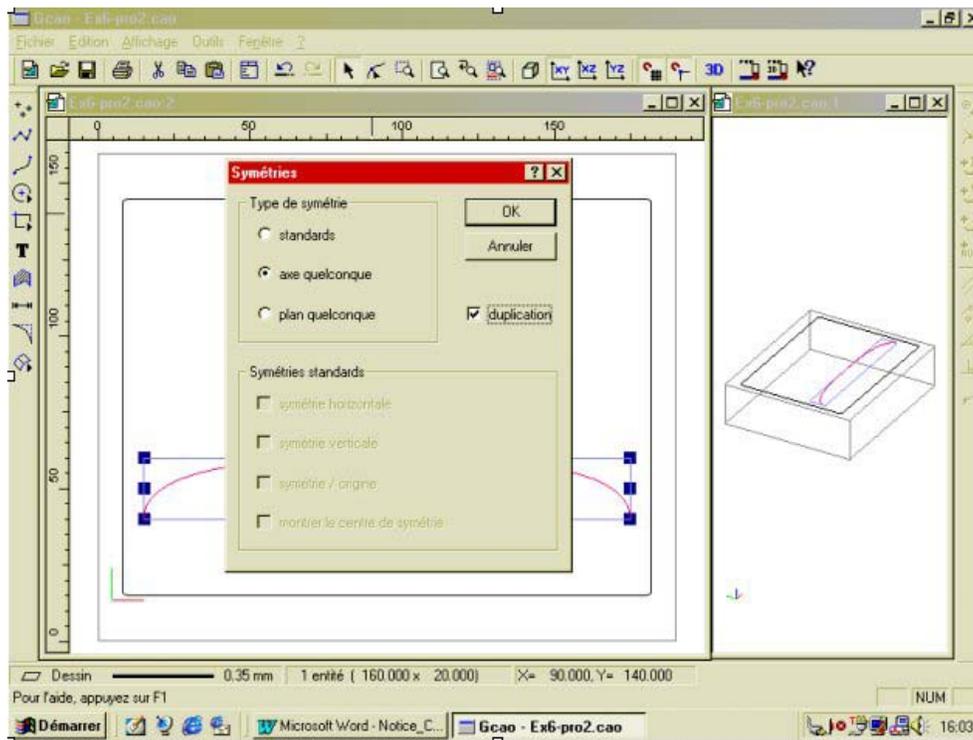
Arrêtez la construction par un clic droit.

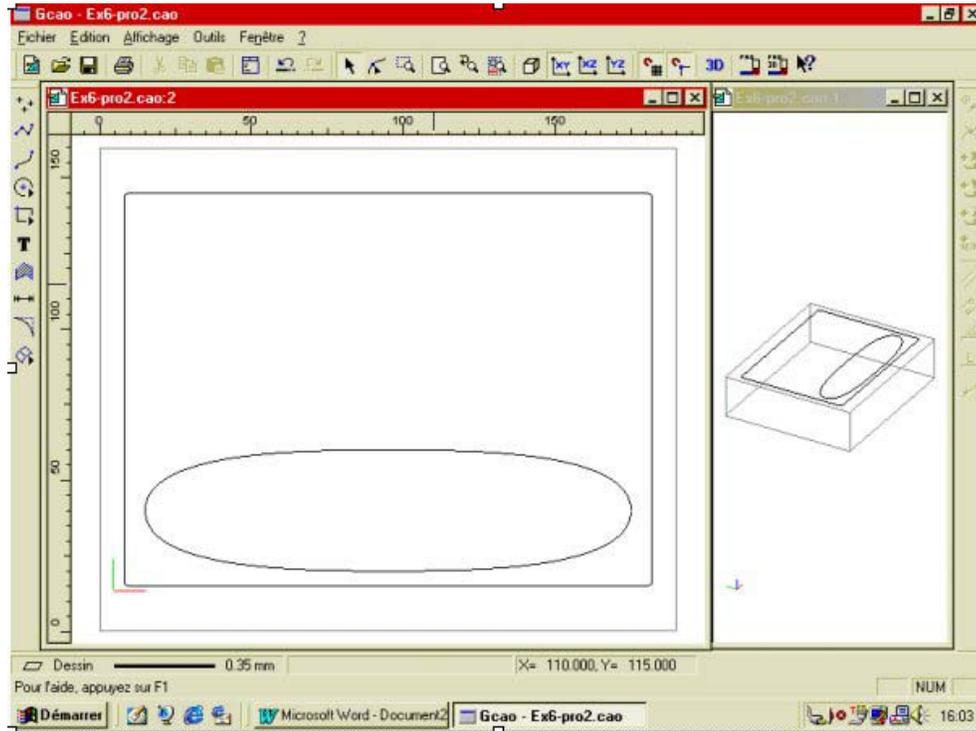
Editez les points.

Sélectionnez le point gauche et déplacez à la souris la tangente du point à la valeur « X » du point gauche et à la valeur « Y » du point de centre.  
Procédez de la même manière pour le point droit.



Repassez en mode sélection et effectuez une symétrie avec duplication « axe quelconque »  
 Désignez l'axe de symétrie horizontal à la base de la demi-forme.





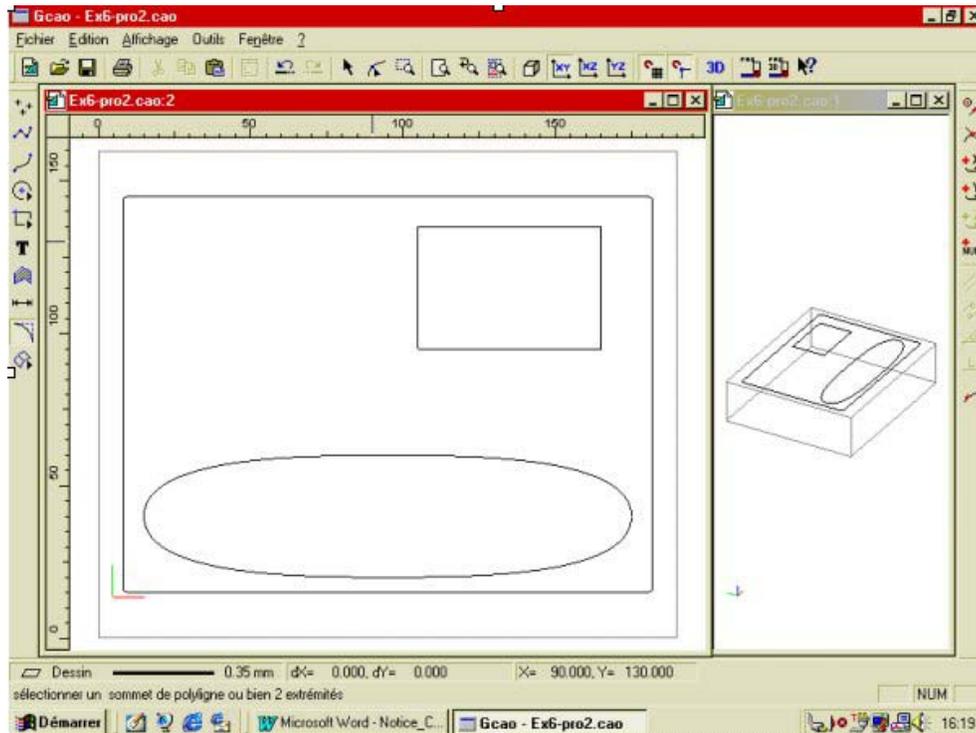
Vous allez maintenant dessiner la zone à trombones.

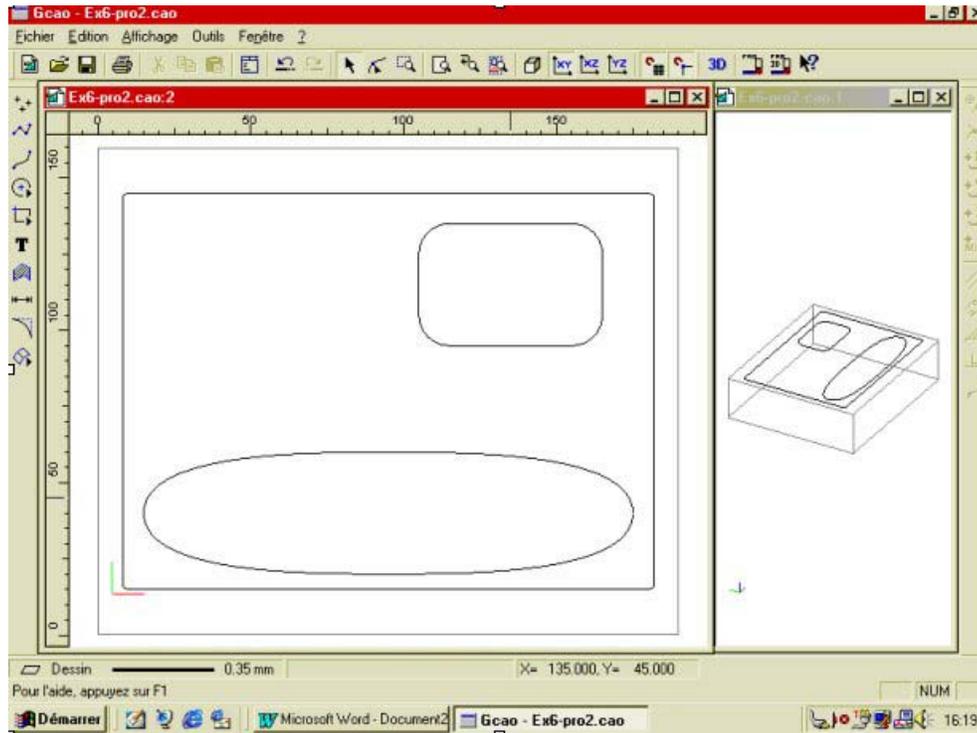
Avec l'outil dessin « forme » dessinez un rectangle en positionnant le premier point en absolu à : - X = 105 - Y = 95

Puis en relatif à : - X = 60 - Y = 40

Faites un arrondi de r = 10 aux quatre coins.

Sélectionnez l'ensemble et soudez-le.





Vous allez dessiner le premier coin de l'emplacement du bloc Post it.  
Avec l'outil polygone placez le premier point en absolu à : - X = 45 - Y = 73

Puis successivement en relatif un point à : - X = -22 - Y = 0

Puis : - X = 0 - Y = 22

Puis : - X = 2 - Y = 0

Puis : - X = 0 - Y = -20

Puis : - X = 20 - Y = 0

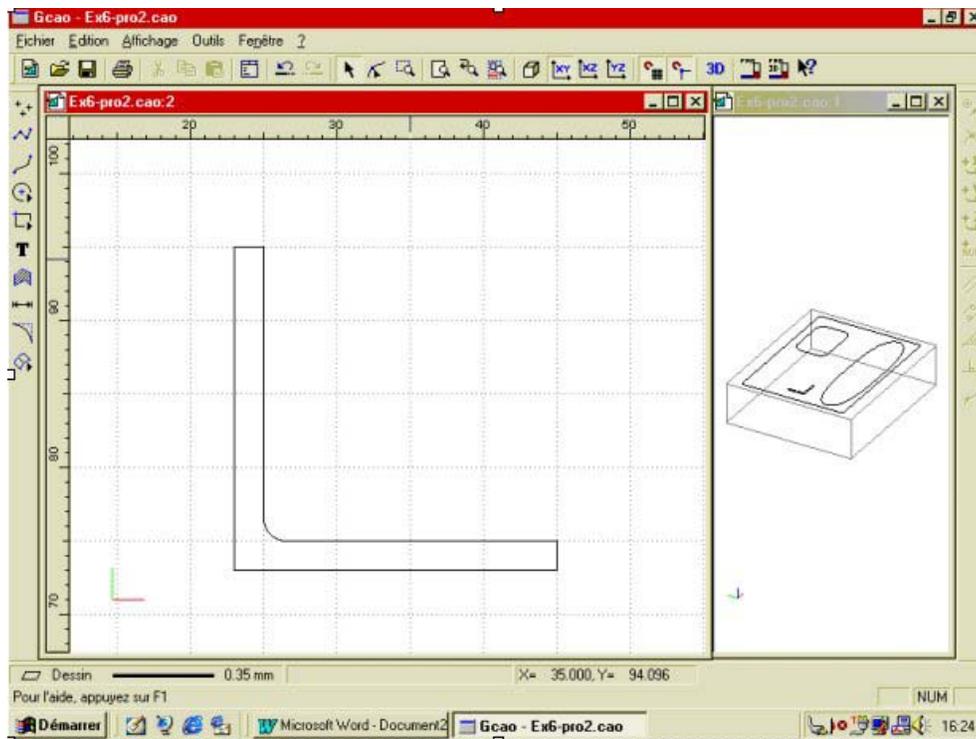
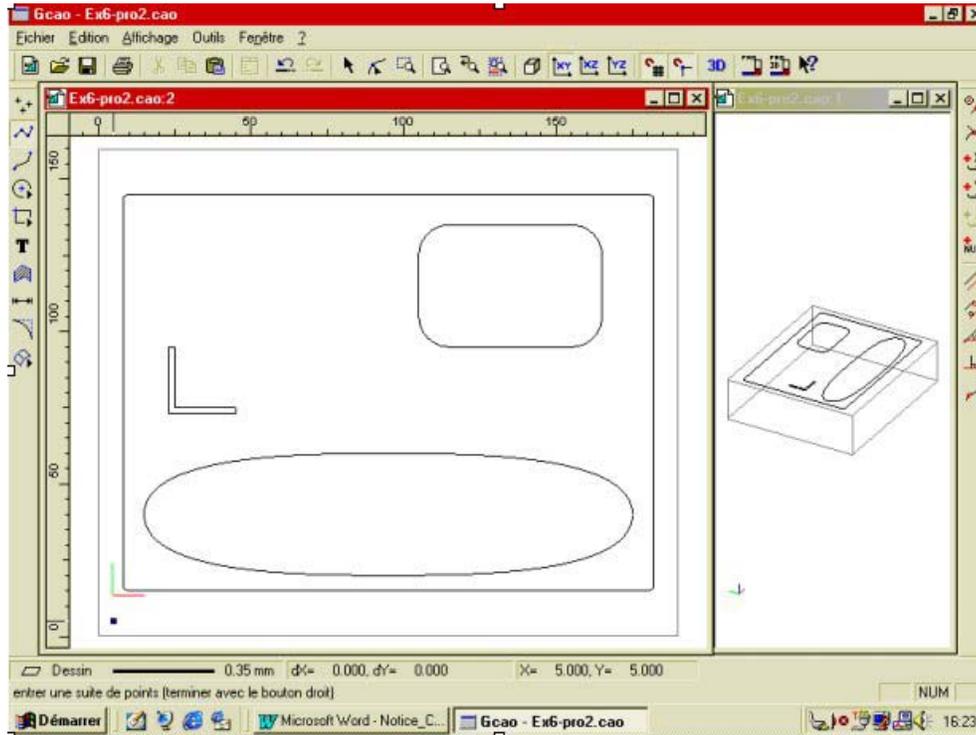
Puis: - X = 0 - Y = -2

Stoppez la construction avec un clic droit.

Pour faciliter la visibilité, faites un zoom fenêtre dans autour de l'objet que vous venez de créer.

Faites un arrondi de :  $r = 1.5$  dans l'angle intérieur du coin.

Sélectionnez l'ensemble et soudez-le.

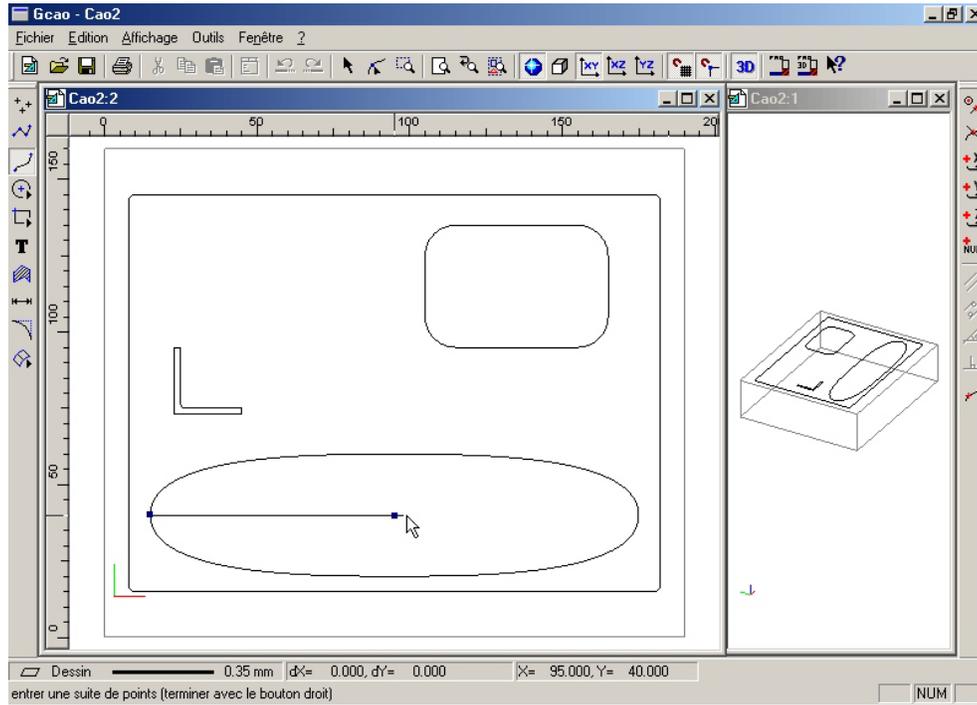


Vous allez maintenant dessiner la nervure centrale de la zone à crayons. Comme cette nervure aura un profil suivant « Z », vous allez activer le mode « 3D » . Vous utiliserez ensuite les trois objets composant la zone à crayons comme des profils sur lesquels vous créez la surface lissée.

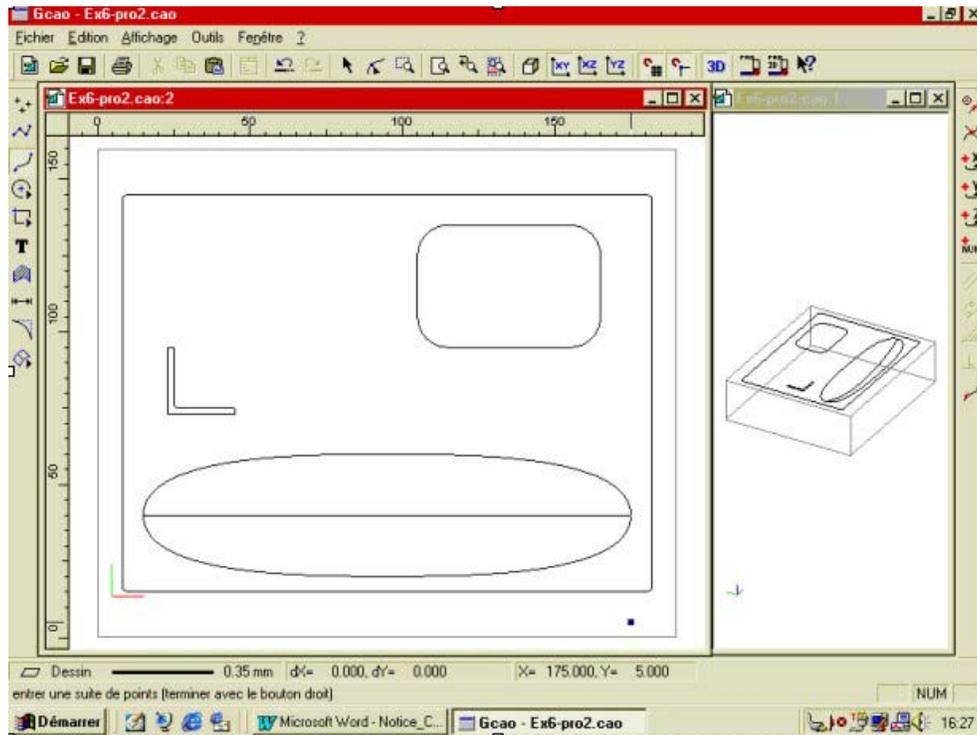
Activez le mode « 3D » .

Avec l'outil « courbe » cliquez sur la contrainte « appartient à ». Désignez un point sur le contour.

En mode de saisie « absolue » saisissez : - X = rien. - Y = 40.  
Puis en « relatif » saisissez : - X = 80 - Y = 0 - Z = -15



Sélectionnez la contrainte : " appartient à "  
 Désignez un point sur le contour.  
 En mode de saisie « absolue », saisissez : - X = rien. - Y = 40.  
 Stoppez la construction avec un clic droit.



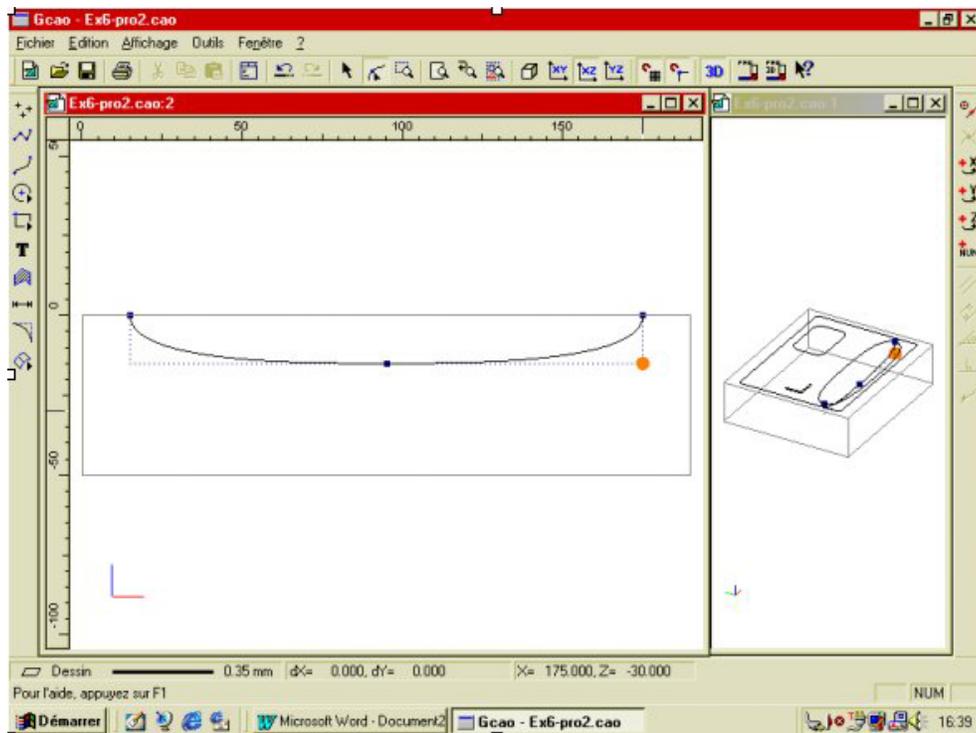
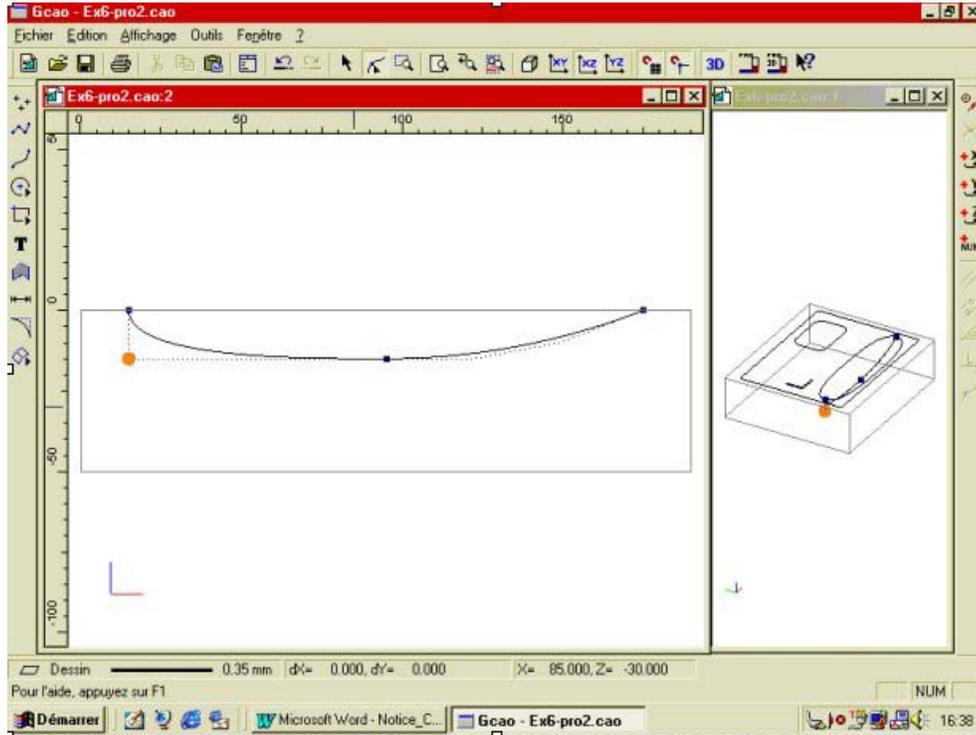
Passez la vue principale en vue « XZ »  
 Editez les points de la courbe que vous venez de dessiner.  
 Sélectionnez le point gauche.  
 Sélectionnez le poignée de réglage de la tangente en ce point.  
 Cliquez sur saisie numérique et saisissez en absolue les valeurs :  
 - X = 15 - Y = 40 - Z = -15

Sélectionnez le point droit.

Sélectionnez la poignée de réglage de la tangente en ce point.

Cliquez sur saisie numérique et saisissez en absolue les valeurs :

- X = 175 - Y = 40 - Z = -15



Revenez en vue « XY »

Vous allez dessiner le profil de la zone à trombones.

Faites un zoom à l'emplacement de la zone à trombones.

Avec l'outil « courbe », saisissez en absolu les valeurs : - X = 170 - Y = 125

Puis en relatif les valeurs : - X = 10 - Y = -15

Stoppez la construction avec un clic droit.

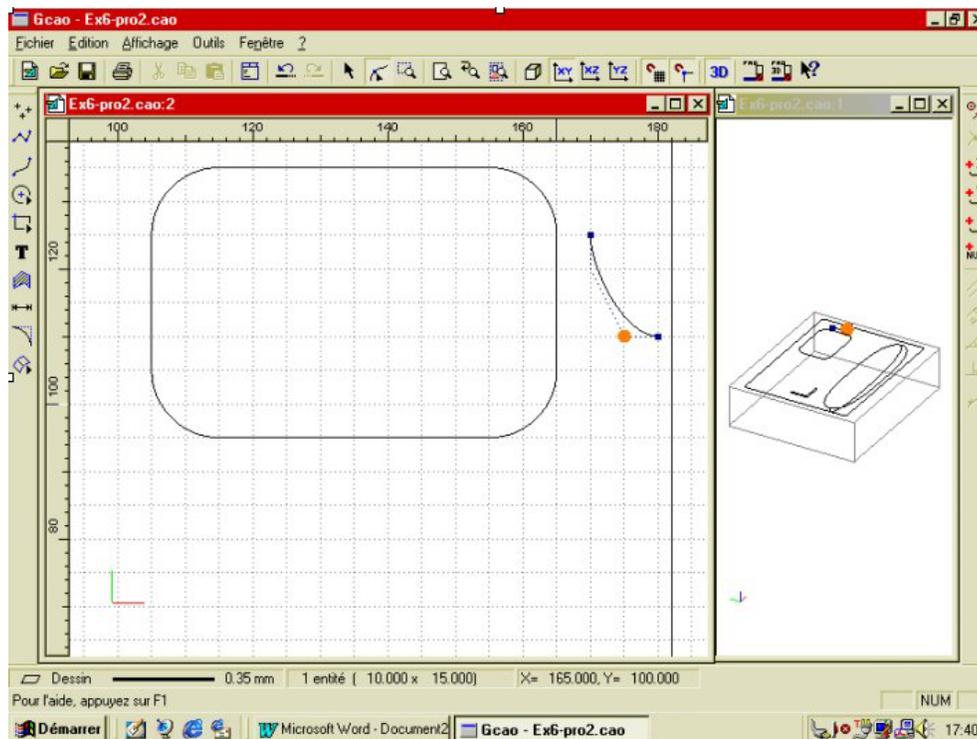
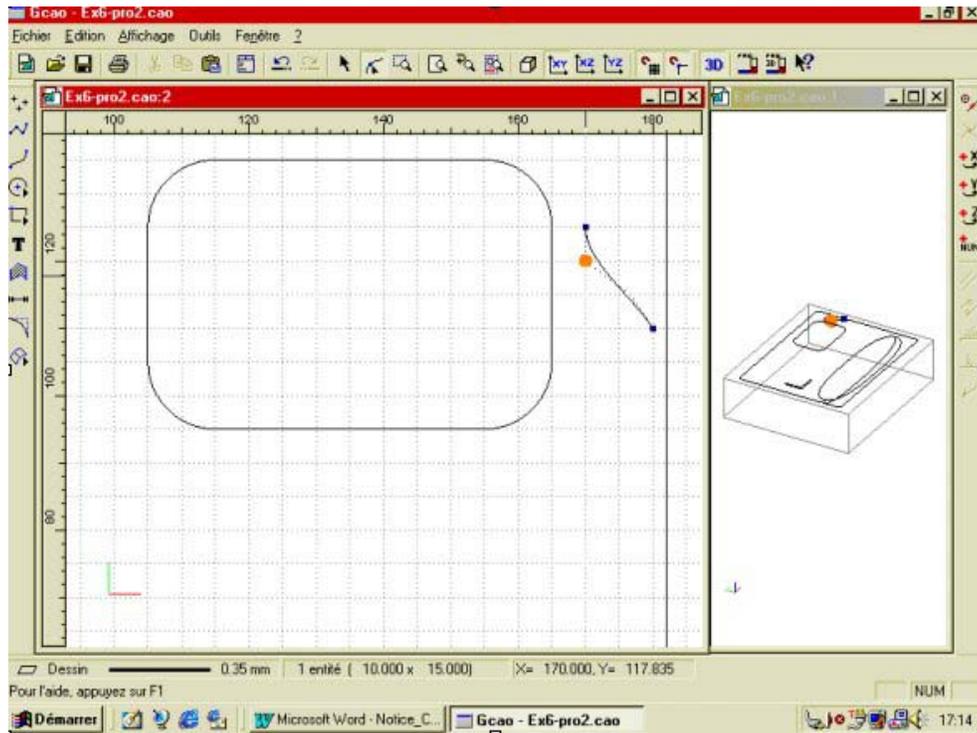
charly**GRAAL 3D**

Editez les points

Sélectionnez le point haut, puis son point de tangence et positionnez celui-ci à la souris à : - X = 170 - Y = 120

Sélectionnez le point bas, puis son point de tangence et positionnez celui-ci à la souris à : - X = 175 - Y = 110

Grâce à la grille magnétique, ce positionnement est facile à réaliser à la souris.



Dessin du profil du coin bloc Post it.

Faites un zoom dans la zone des coins à Postit.

Avec l'outil « polygone » saisissez en absolu les valeurs : - X = 50 - Y = 75

Validez le point avec un clic gauche

charly**GRAAL 3D**

Puis en relatif : - X = 5 - Y = 0  
Validez avec un clic gauche

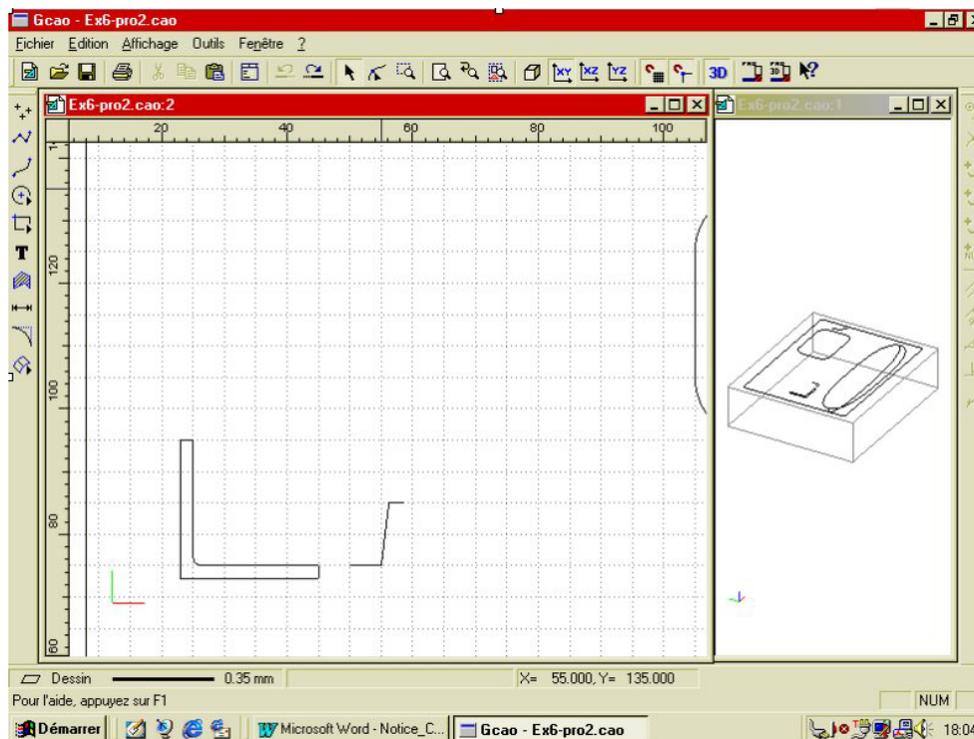
Puis en polaire : - 83°

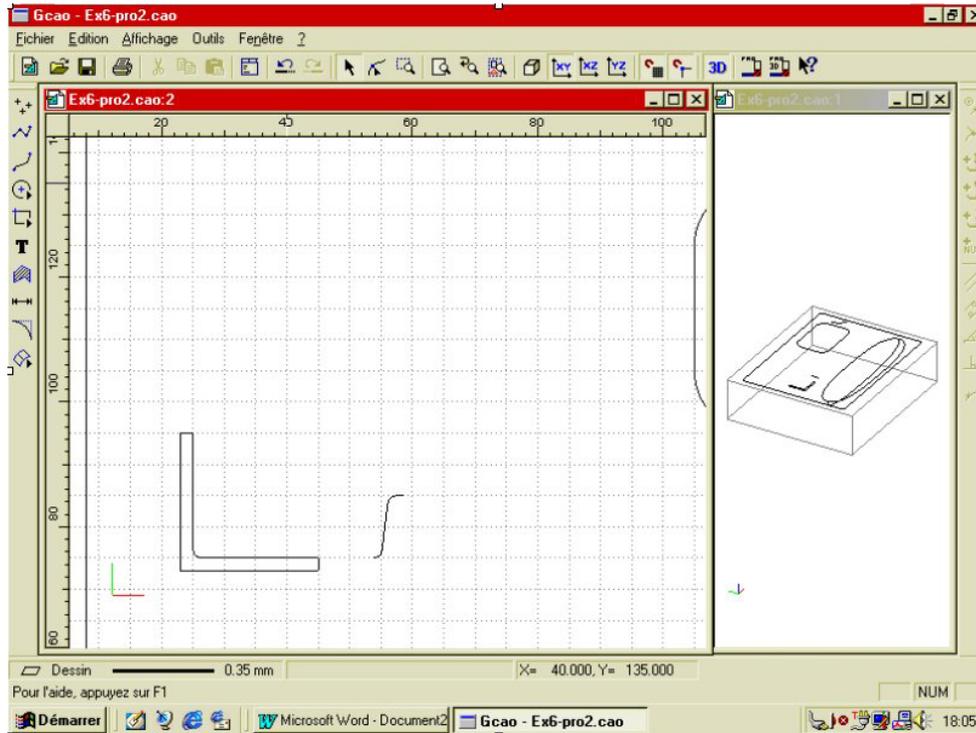
- ne pas renseigner le champ « distance », ne pas valider le point

Puis en relatif : - X = rien - Y = 10  
Validez avec un clic gauche

Puis en relatif : - X = 2.5 - Y = 0  
Validez avec un clic gauche

Faites ensuite un congé aux deux angles de : r = 1.5  
Sélectionnez ensuite l'objet ainsi créé et dissociez-le  
Sélectionnez le premier segment à gauche avant l'arrondi et supprimez-le.  
Sélectionnez le profil ( sélection cadre) et soudez-le.





Dessin du profil du contour extérieur du plumier.

Ce profil sera dessiné entre la zone à crayons et la zone à trombones sur le côté droit de la pièce.

Faire un zoom dans cette zone.

Avec l'outil « polygone », saisissez en absolu les valeurs : - X = 125 - Y = 65

Puis en relatif : - X = 5 - Y = 0

Validez par clic gauche

Puis en polaire : - 83° ne pas valider

- ne pas renseigner le champs « distance »

Puis en relatif : - X = rien - Y = 25 Validez

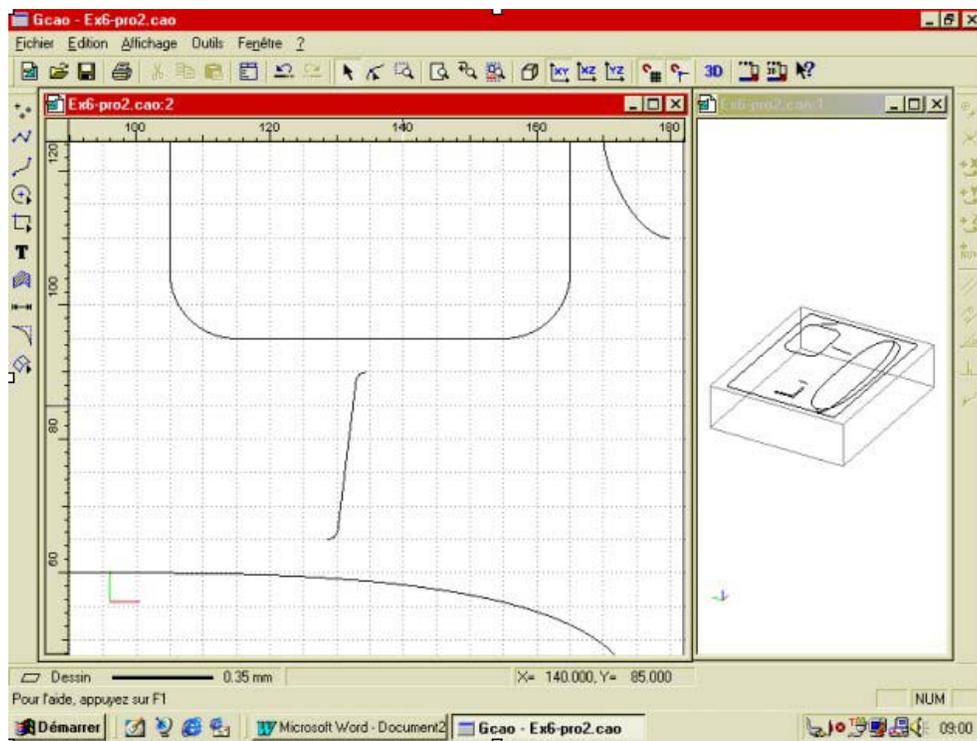
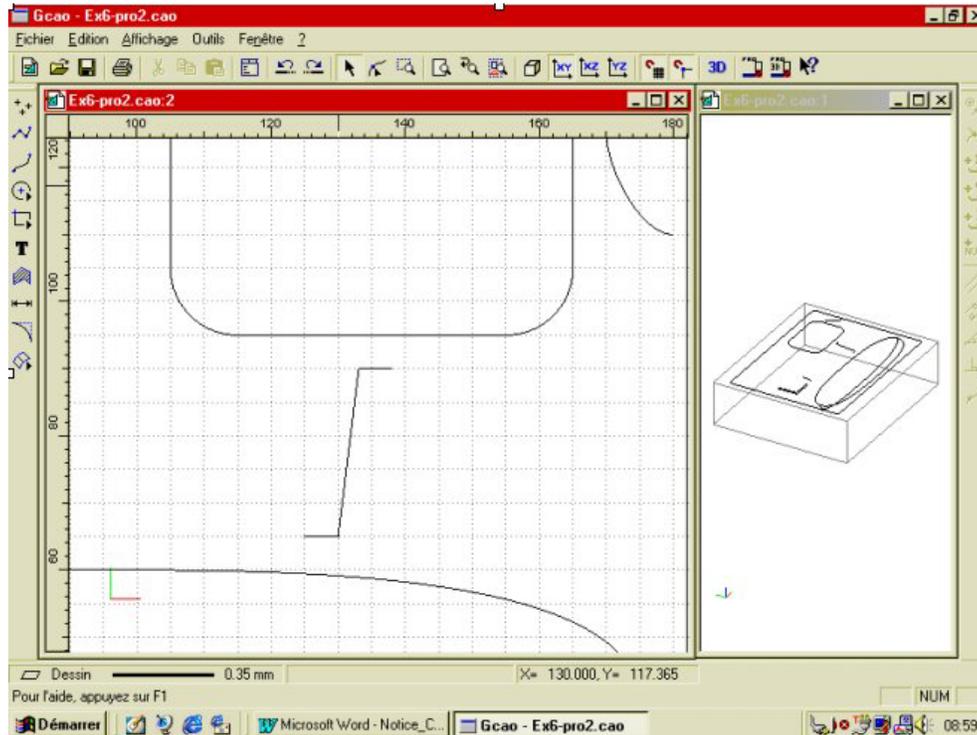
Puis en relatif : - X = 5 - Y = 0 Validez

Faites ensuite un congé aux deux angles de : r = 1.5.

Sélectionnez ensuite l'objet ainsi créé et dissociez-le.

Sélectionnez les deux segments, en haut à droite et en bas à gauche et supprimez-les sans supprimer les arrondis.

Sélectionnez le profil ( sélection cadre) et soudez-le.



Tous les profils et courbes guides sont maintenant créés. Vous allez maintenant générer les surfaces.

Vous allez commencer par la surface du contour extérieur du plumier. Elle sera réalisée par l'extrusion du profil que vous venez de créer sur le contour extérieur qui sera la courbe guide.

Afin d'identifier les surfaces, vous allez leur donner des couleurs différentes.

Vérifiez qu'aucun objet ne soit sélectionné.

Cliquez sur « propriétés » (raccourcis clavier = Enter) puis dans l'onglet « surface », choisissez la couleur « jaune ».

Sélectionnez le profil et cliquez sur « surface extrudée » puis sélectionnez : « courbe guide »

Sélectionnez ensuite la « courbe guide » puis le point d'accrochage sur le profil (point supérieur du profil).

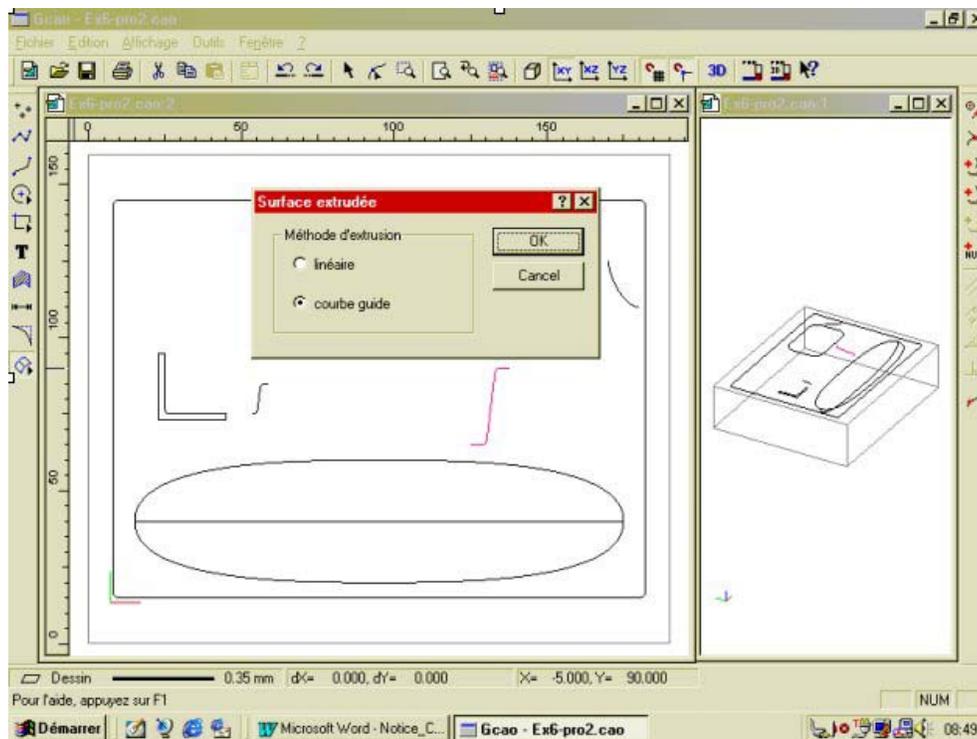
Après désignation du point d'accrochage du profil, vous passez automatiquement en vue perspective ou le profil est représenté en position, si la position est bonne, vous devez cliquer sur « oui », sinon vous devez cliquer sur « non » pour l'inverser puis ensuite seulement valider par « oui ».

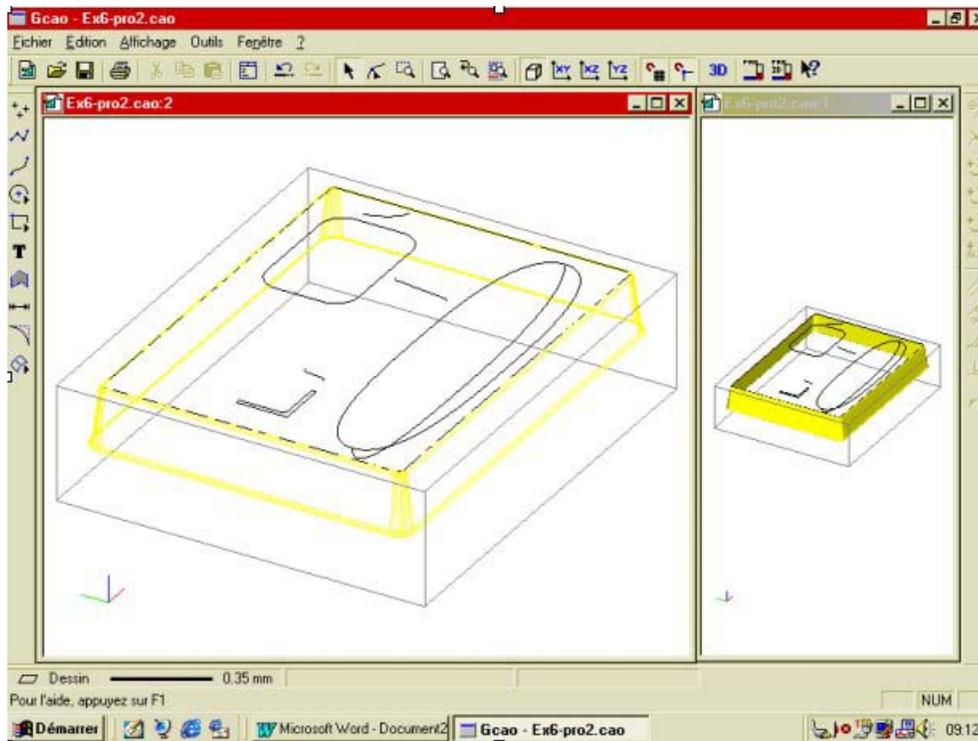
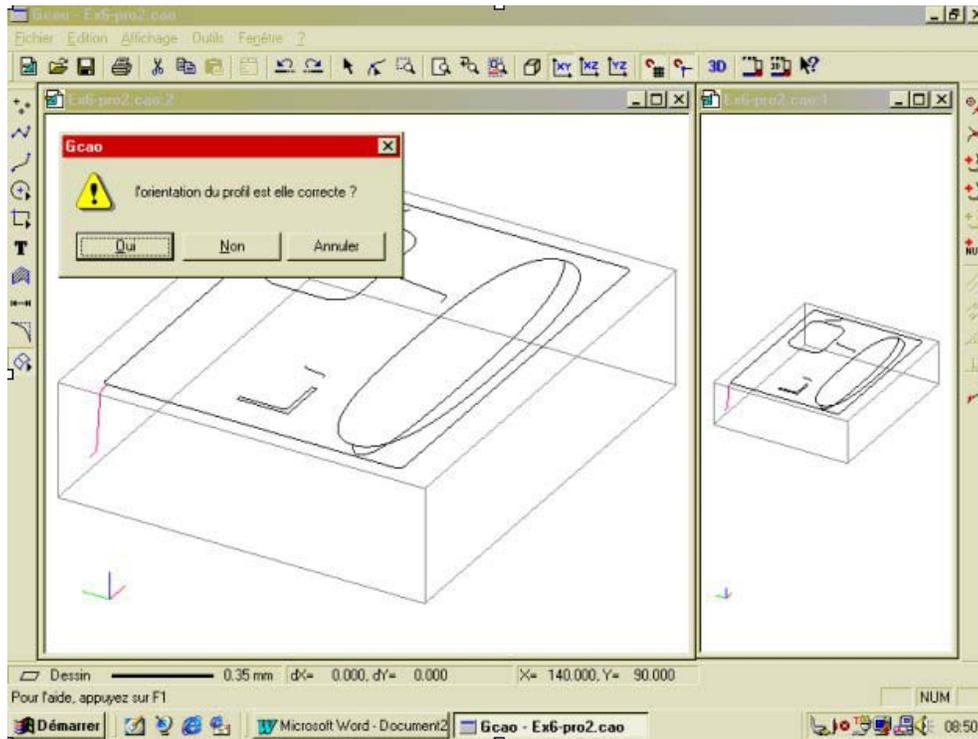
Si le profil est bien positionné, cliquez sur « oui » (la pente doit aller vers l'extérieur du contour).

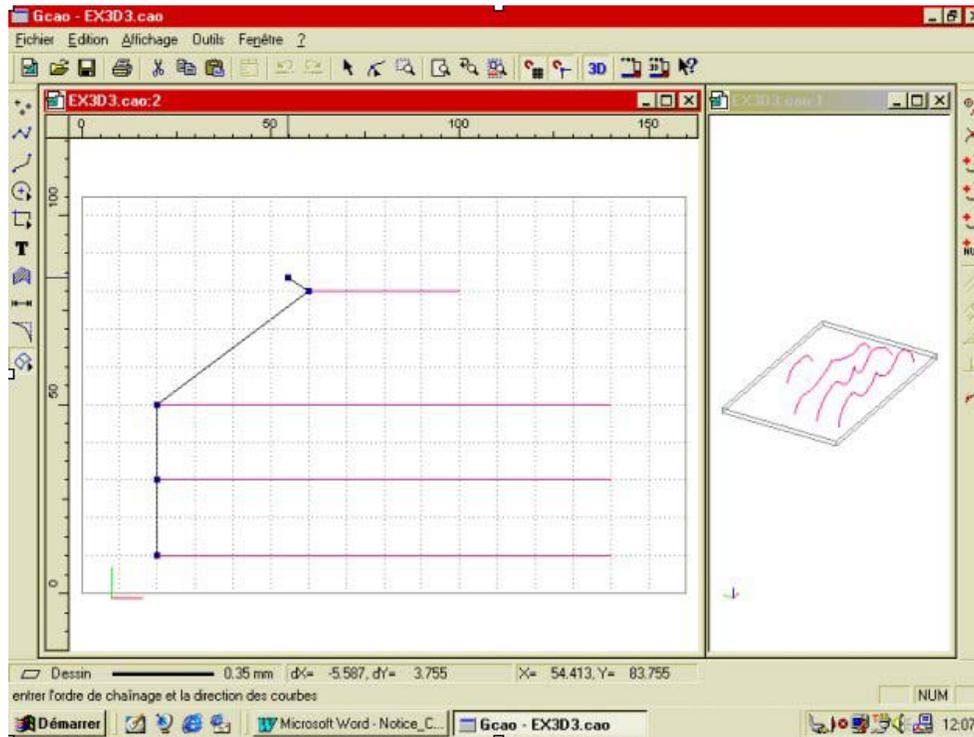
S'il est positionné à l'envers, inversez-le en cliquant sur « non » puis cliquez sur « oui » pour valider.

Une fois la validation effectuée, la surface est créée et est représentée à l'écran en vue filaire. Vous pouvez si vous le souhaitez activer le rendu réaliste.  
Revenez ensuite en vue « XY ».

Si vous cliquez sur « annuler », toute l'opération est annulée et vous revenez en vue « XY ».







Création de la surface de la zone à crayons.

Elle sera réalisée par une surface lissée sur les trois profils que vous venez de créer.

Comme indiqué précédemment, vous allez attribuer à cette surface la couleur : verte.

Sélectionnez les trois profils, puis cliquez sur : « surface lissée ».

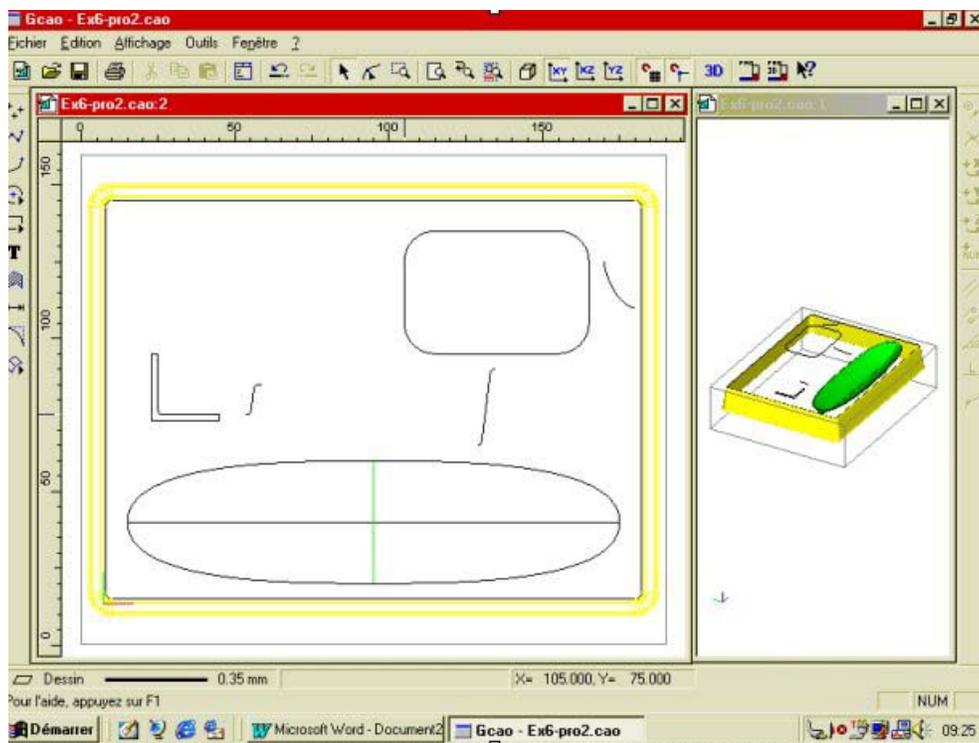
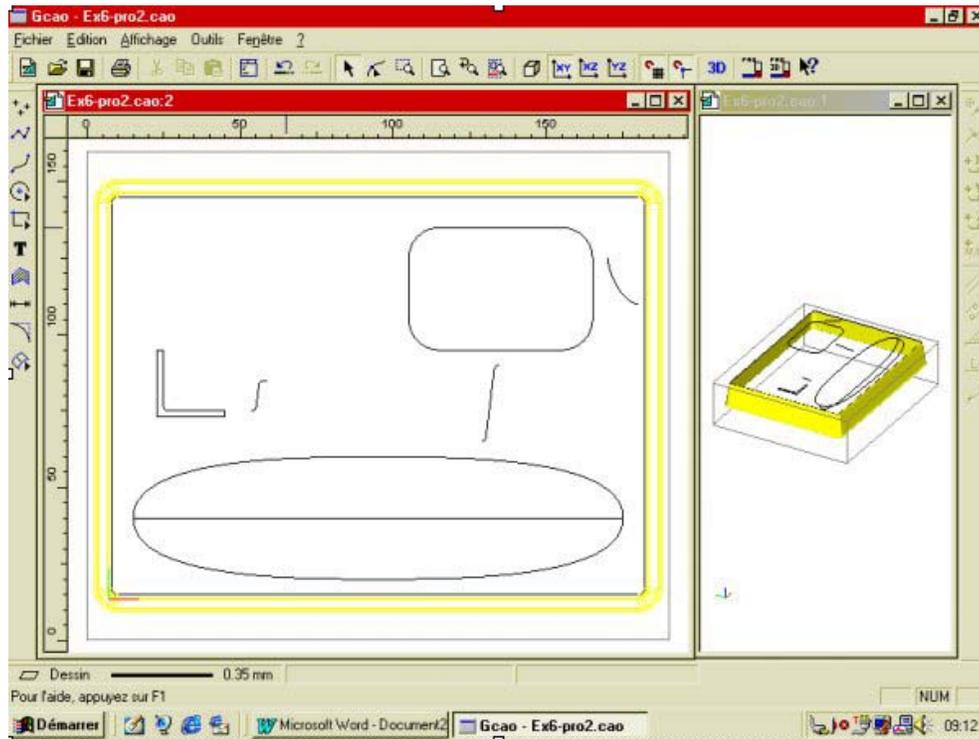
Désignez d'abord le profil du haut sur le quart gauche de ce profil.

Désignez ensuite successivement les deux autres profils de la même manière.

Après la désignation du dernier profil, cliquez à droite pour lancer la génération de la surface.

**Nota :** il est normal que le pointeur de la souris s'accroche sur le point de jonction des trois profils. Respectez cependant impérativement l'ordre de désignation décrite ci-dessus.

La surface est maintenant créée et sélectionnée.



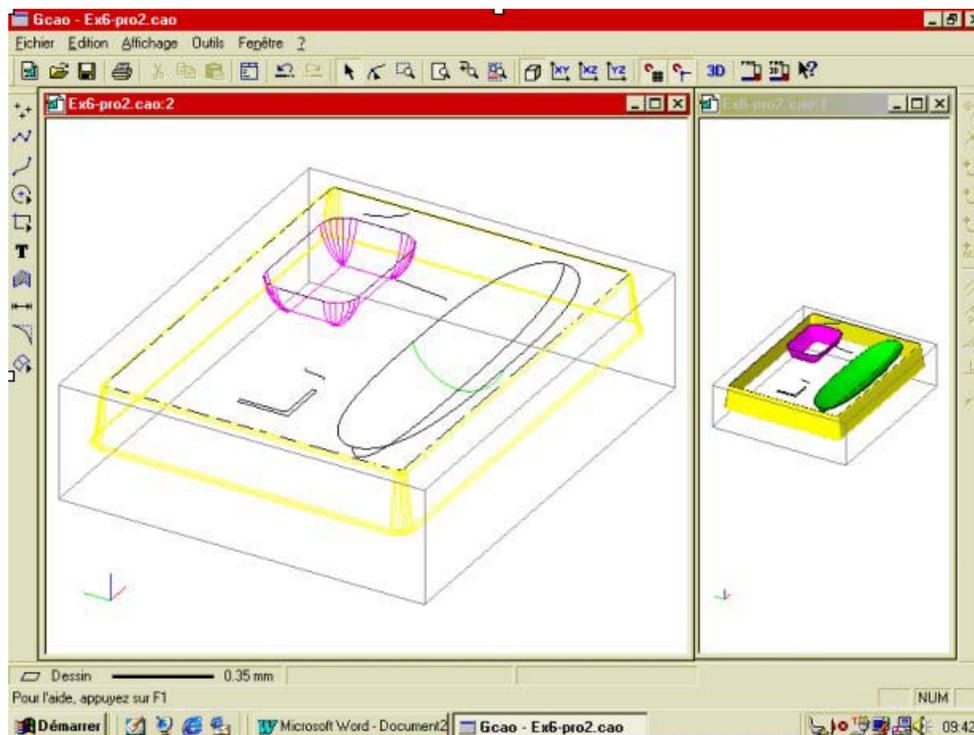
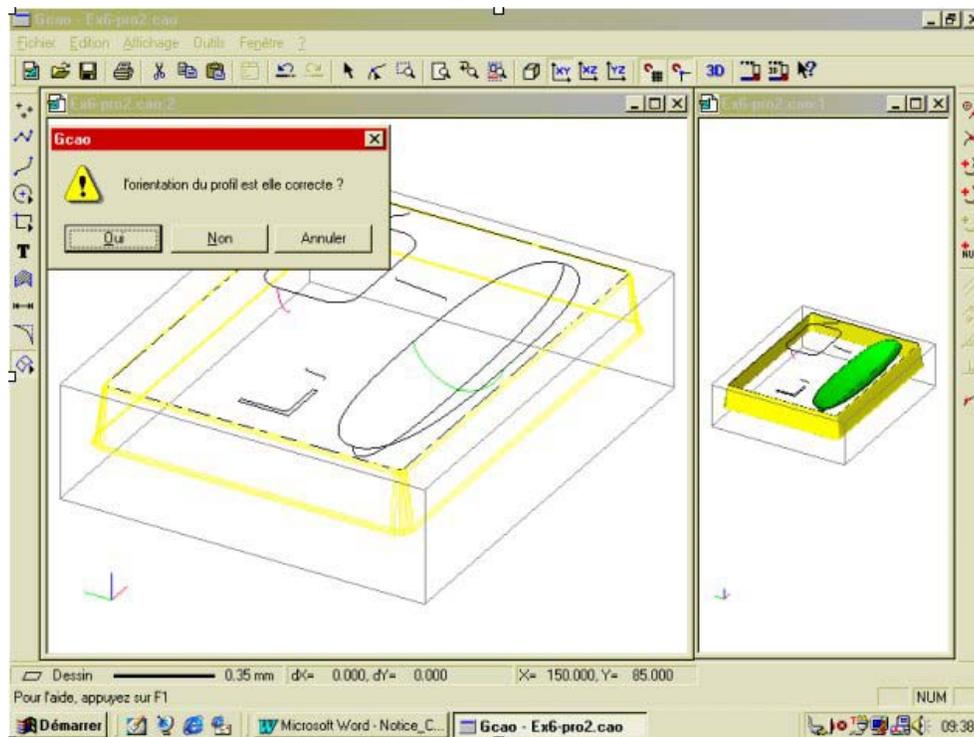
Création de la surface de la zone à trombones.

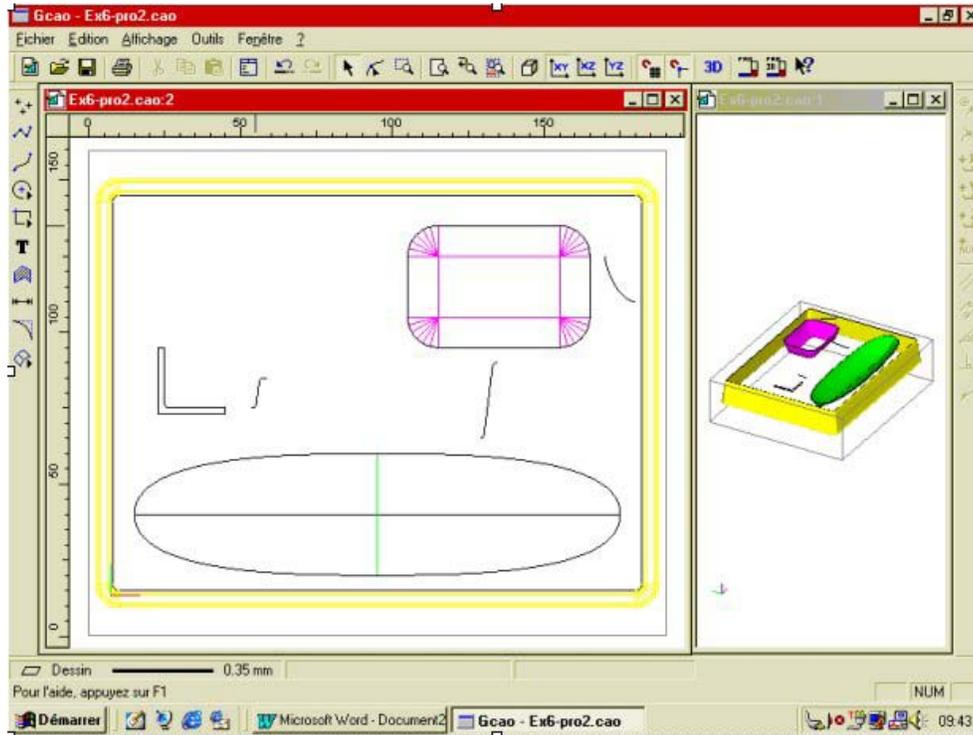
Elle sera réalisée par une surface extrudée du profil sur le contour qui, de ce fait, sera la courbe guide. Comme indiqué précédemment, vous allez attribuer à cette surface la couleur : magenta. Sélectionnez le profil et cliquez sur « surface extrudée » puis sélectionnez : « courbe guide ». Sélectionnez ensuite la « courbe guide » puis le point d'accrochage sur le profil (point supérieur du profil). Si le profil est bien positionné, cliquez sur « oui » (la pente doit aller vers l'intérieur du contour). S'il est positionné à l'envers, inversez-le en cliquant sur « non » puis cliquez sur « oui » pour valider.

Une fois la validation effectuée, la surface est créée et est représentée à l'écran en vue filaire, vous pouvez, si vous le souhaitez, activer le rendu réaliste.

Revenez ensuite en vue « XY ».

Si vous cliquez sur « annuler », toute l'opération est annulée et vous revenez en vue « XY »





Création de la surface du coin bloc Post it.

Elle sera aussi réalisée par l'extrusion du profil sur le contour qui sera la courbe guide.

Comme indiqué précédemment, vous allez attribuer à cette surface la couleur : bleu.  
Faites un zoom dans la zone en question.

Sélectionnez le profil et cliquez sur « surface extrudée » puis sélectionnez : « courbe guide ».

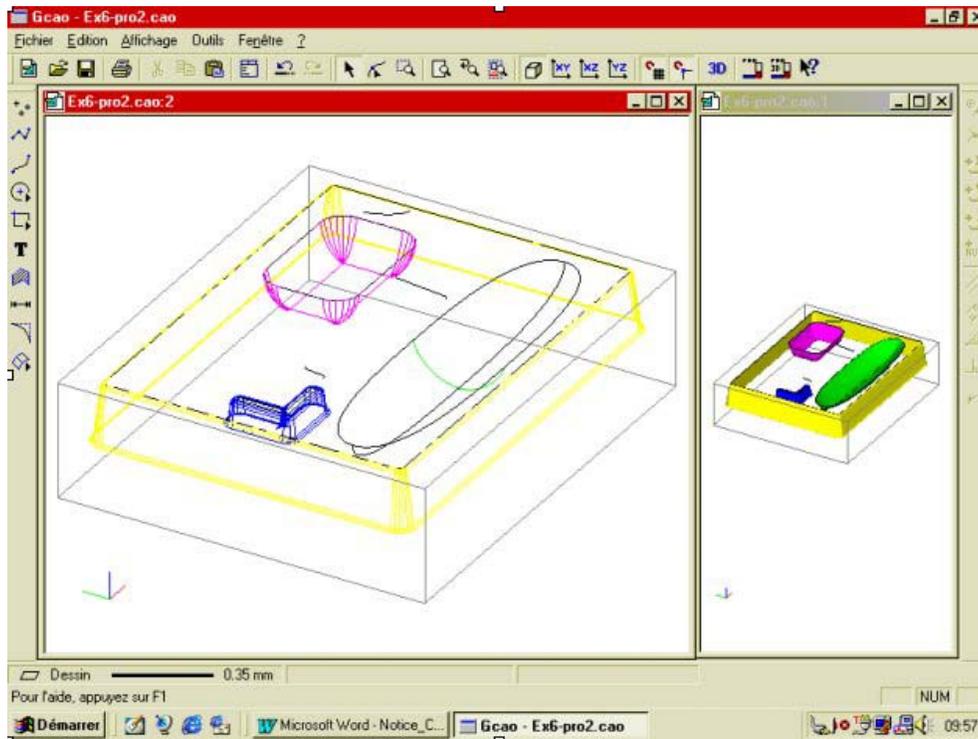
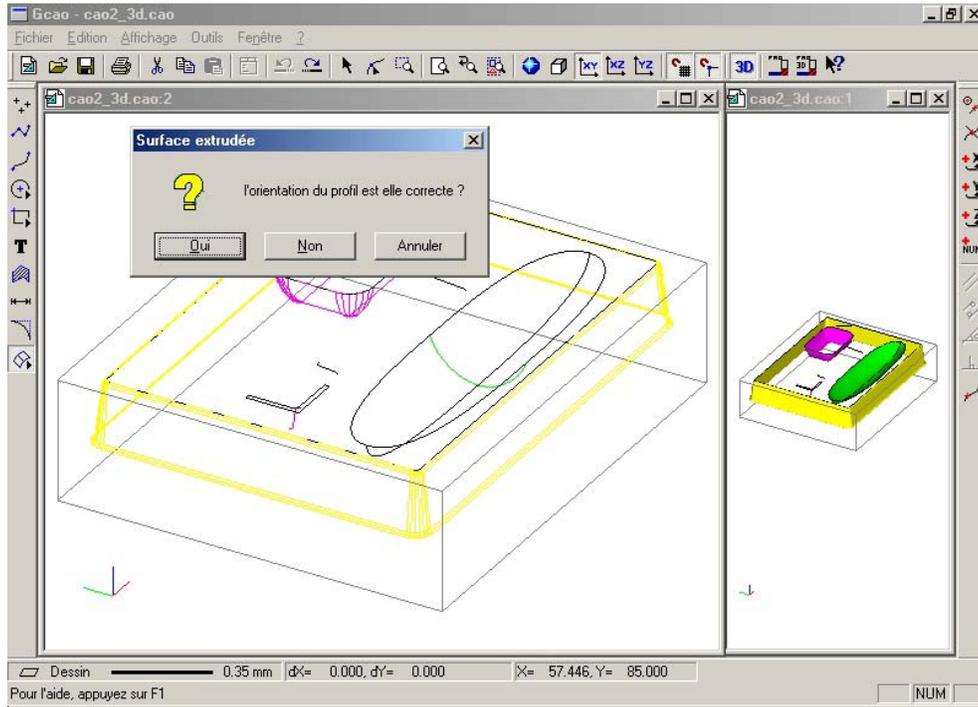
Sélectionnez ensuite la « courbe guide » puis le point d'accrochage sur le profil (point supérieur du profil).

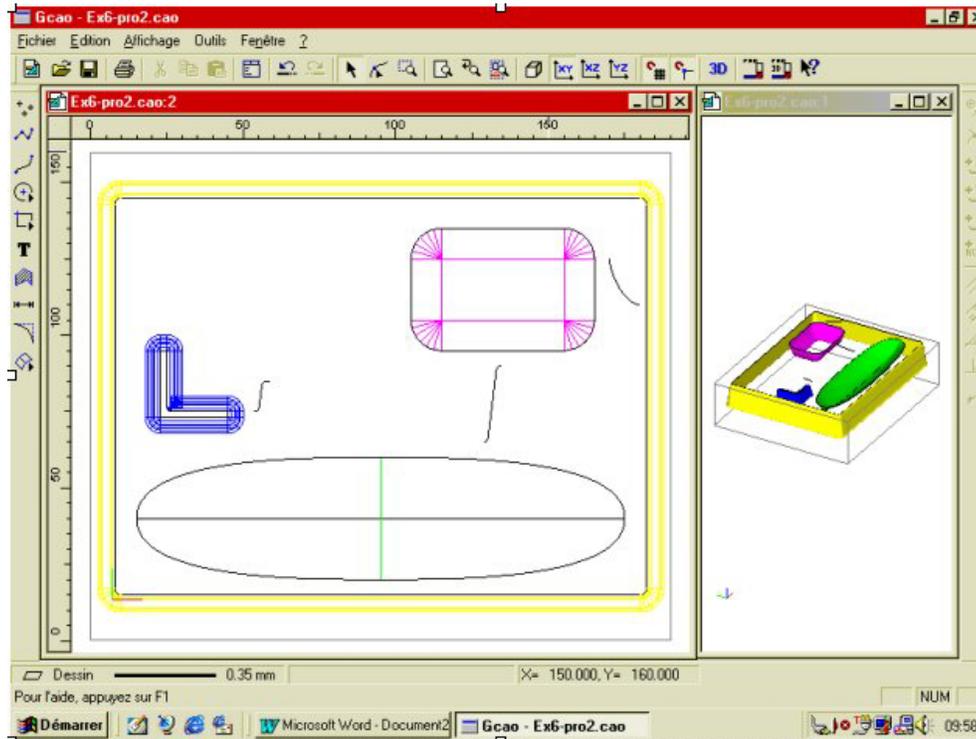
Si le profil est bien positionné, cliquez sur « oui » (la pente doit aller vers l'extérieur du contour).

S'il est positionné à l'envers, inversez-le en cliquant sur « non » puis cliquez sur « oui » pour valider.

Une fois la validation effectuée, la surface est créée et est représentée à l'écran en vue filaire. Vous pouvez, si vous le souhaitez, activer le rendu réaliste.  
Revenez ensuite en vue « XY ».

Si vous cliquez sur « annuler », toute l'opération est annulée et vous revenez en vue « XY ».





Vous allez maintenant procéder à la duplication en symétrie du coin à Postit.  
Sélectionnez la surface du coin.

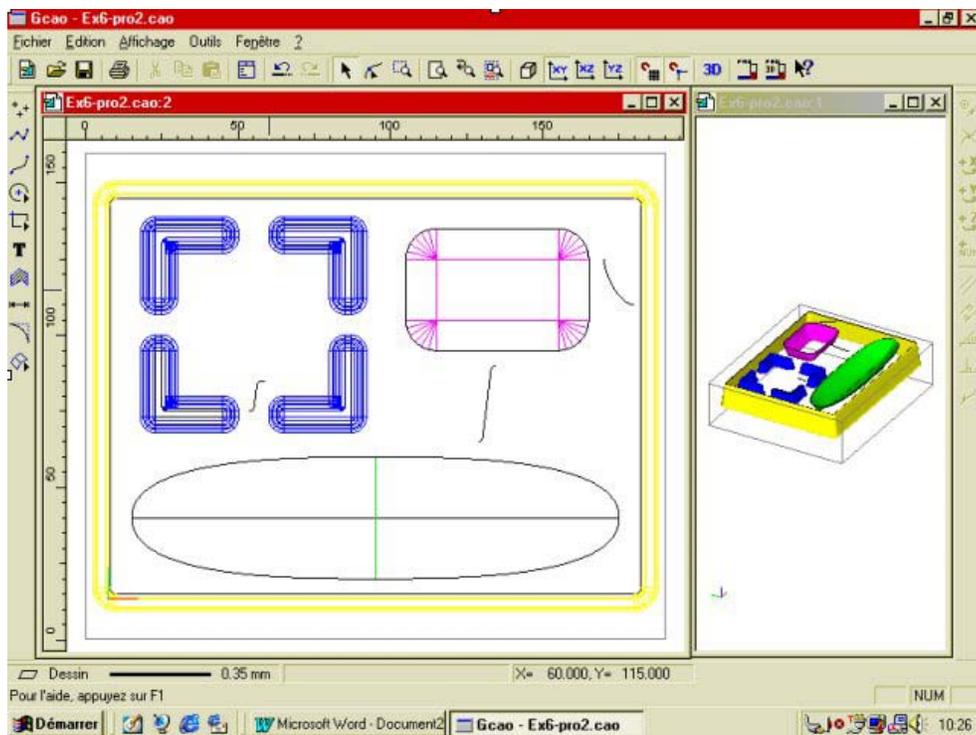
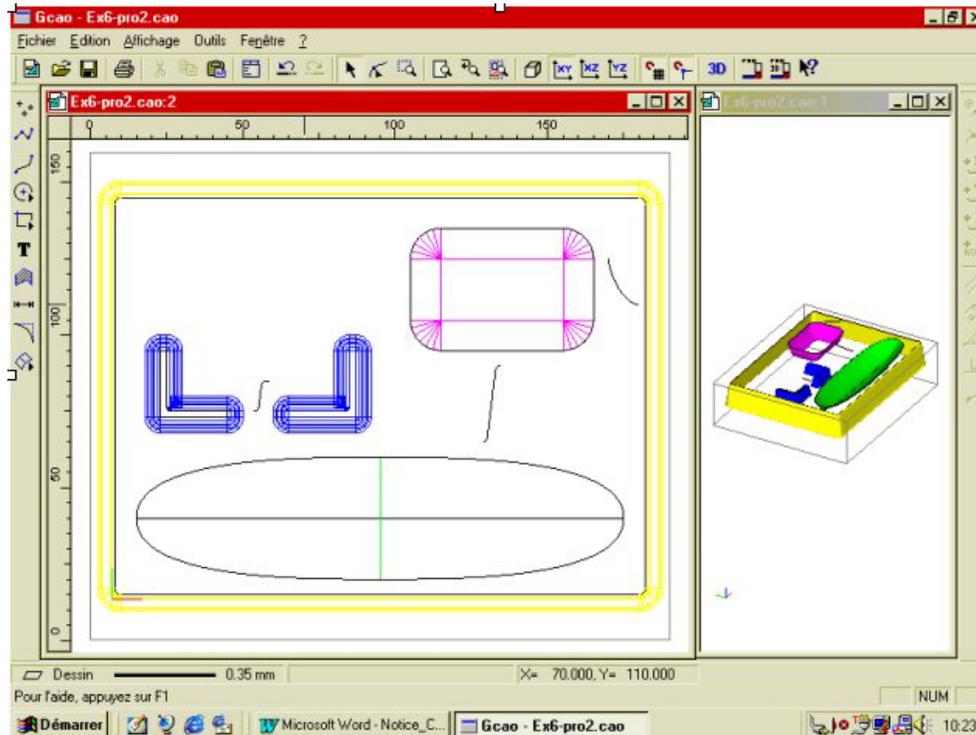
Ouvrez le menu « symétrie » du menu contextuel et choisissez : « axe quelconque » et « duplication ».

Désignez deux points verticaux à la cote « X » absolue de : 55.  
La duplication se fait.

Sélectionnez maintenant les deux coins.

Refaites une duplication en symétrie en désignant deux points horizontaux à la cote « Y » absolue de : 103.5.

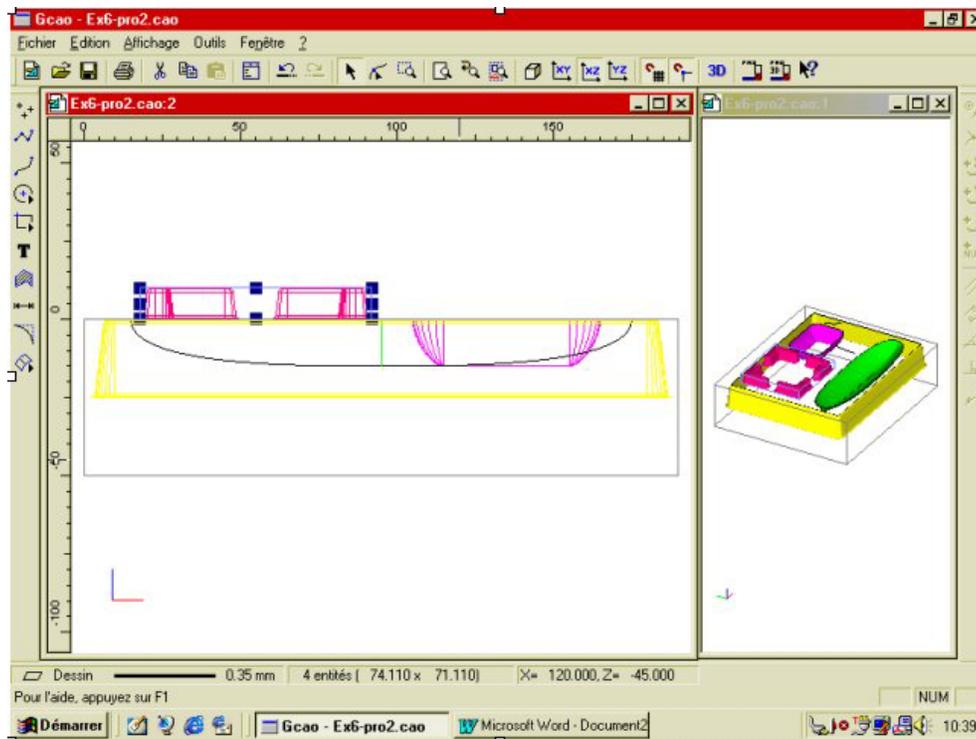
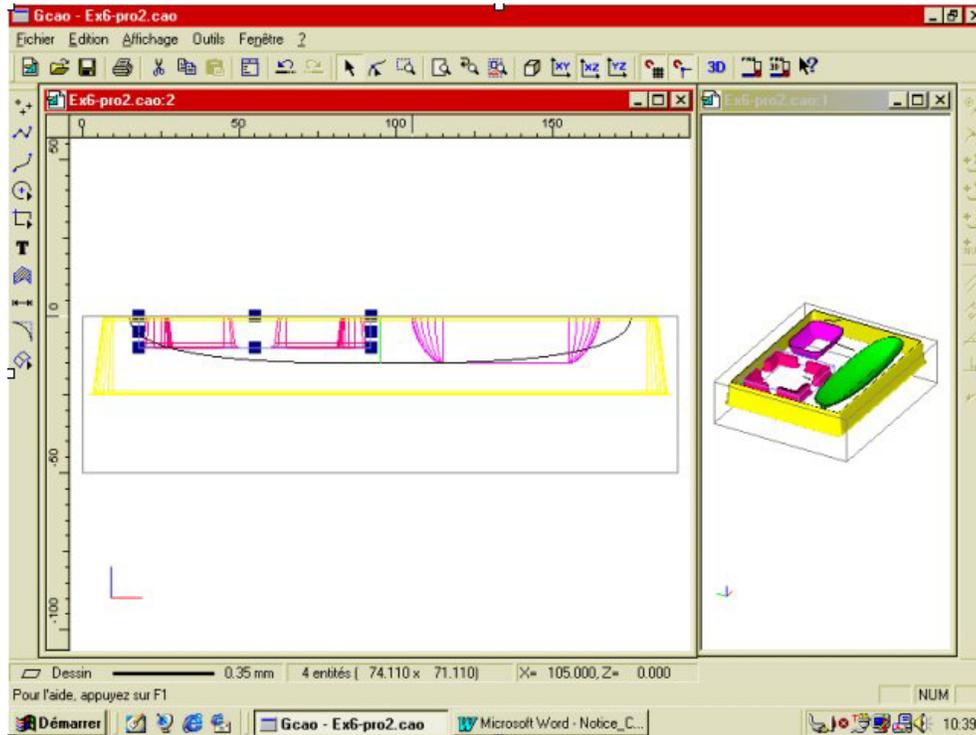
Les quatre coins sont maintenant créés.



Vous allez maintenant relever les quatre coins afin de placer leurs bases au niveau haut du plumier.

Sélectionnez les quatre coins.  
 Passez en vue « XZ ».

A l'aide des flèches de direction, remontez les coins de deux pas de grille de 5 mm  
 soit 10 mm.  
 Revenez en vue « XY »



Vous allez maintenant créer les « surfaces planes délimitées » sur :

- Les parties supérieures des quatre coins.
- Le front de la zone à trombones.
- La base du plumier.

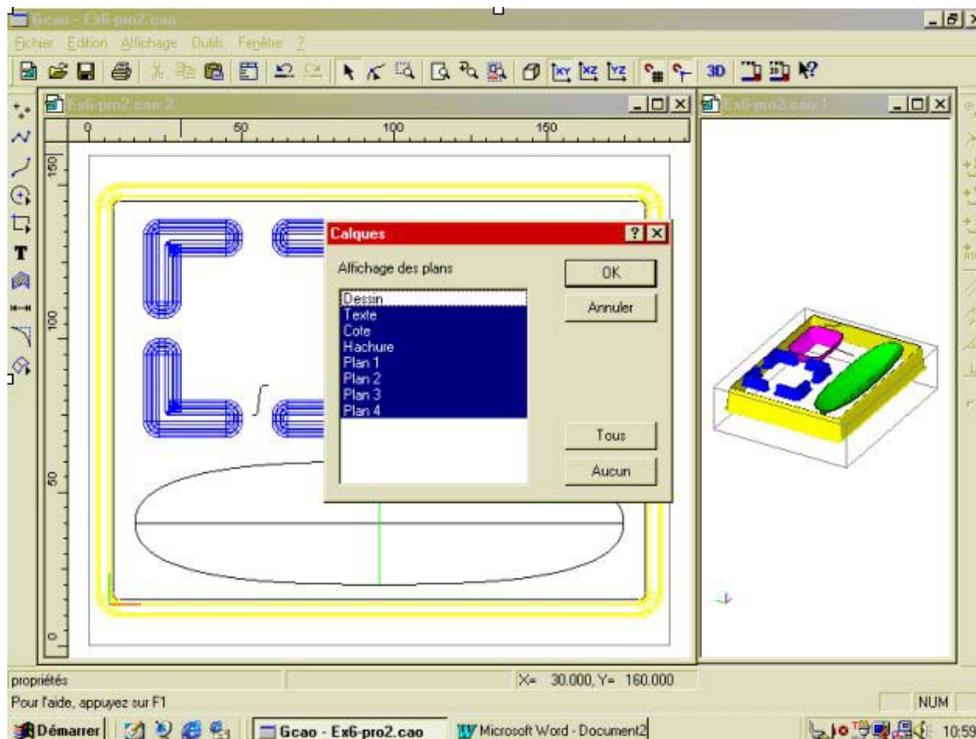
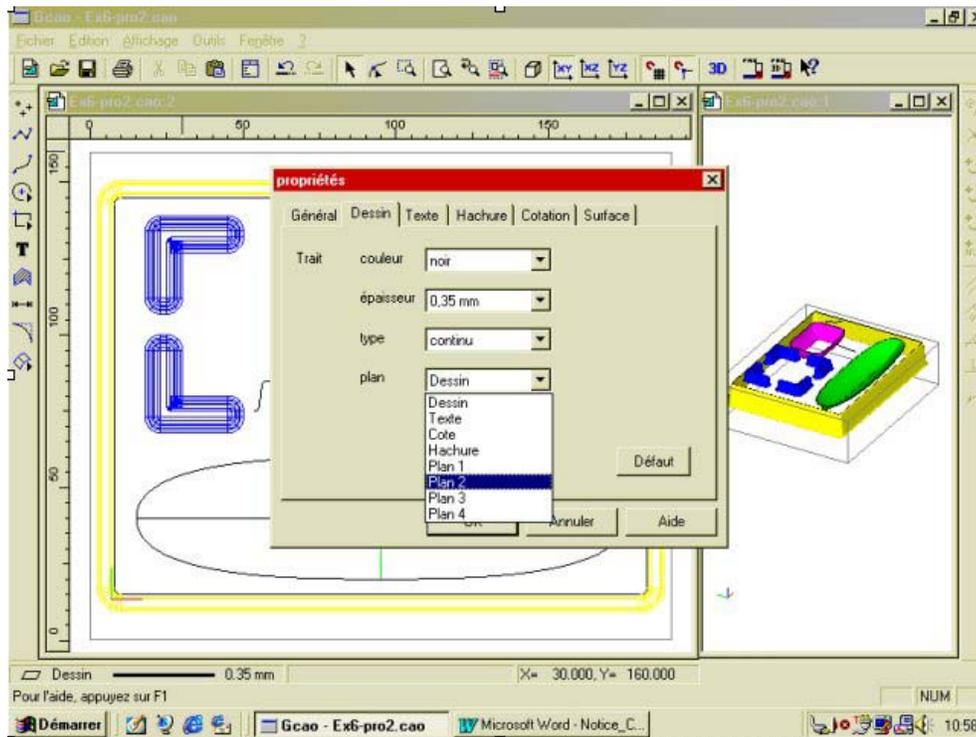
Pour ce faire, vous allez extraire les bords des surfaces, et afin d'avoir une meilleure visualisation de ces bords vous allez les créer dans le plan N°2.

Cliquez sur propriétés (raccourcis clavier = Enter) en prenant garde qu'aucun objet ne soit sélectionné. Dans l'onglet « dessin » cliquez sur « plan 2 » puis : « OK ».

Pour ne pas confondre les bords des surfaces avec les courbes guides ou les profils, vous allez désactiver le plan : dessin.

Cliquez sur le sous-menu calques du menu affichage.

Cliquez sur « dessin » afin de déverrouiller le calque dessin.

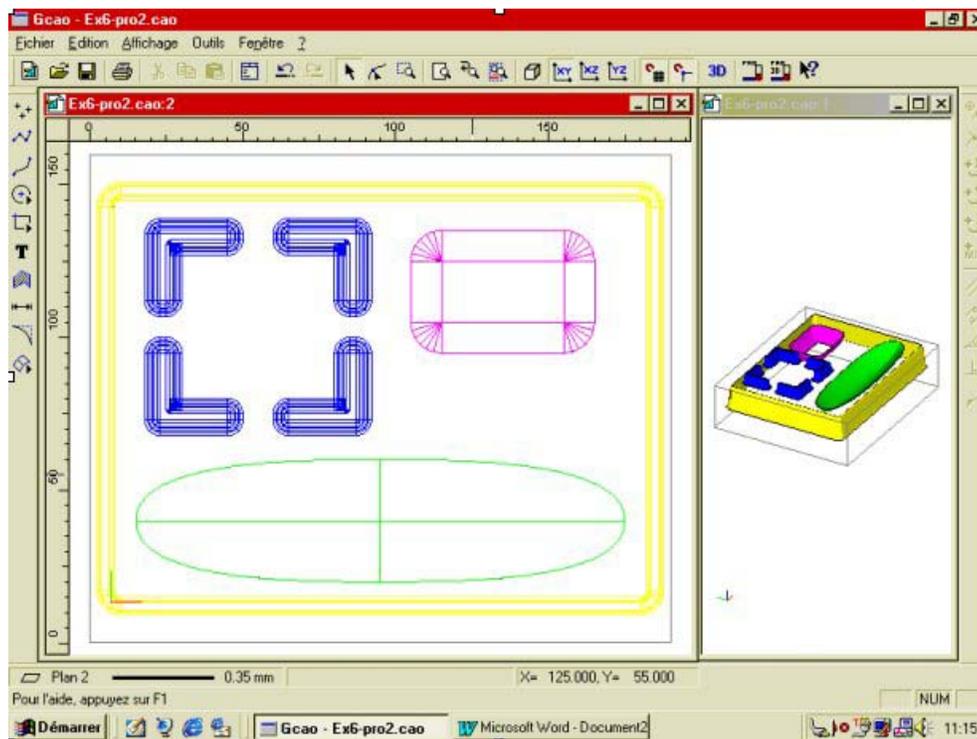
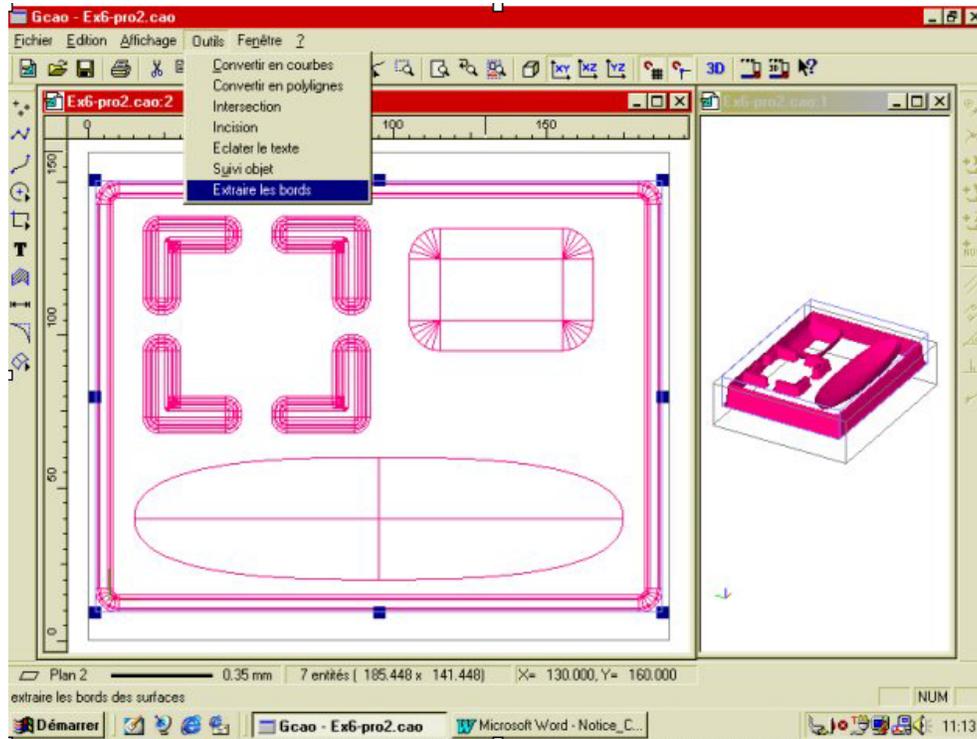


Pour faciliter le travail et même si vous n'avez pas besoin de tous les contours, vous allez faire une sélection globale des surfaces pour extraire les bords.

Cliquez sur « sélection globale » (raccourcis clavier = barre espace).

Cliquez sur le sous-menu « extraire les bords » du menu « outils ».

Les bords sont maintenant créés.



Vous allez maintenant créer les quatre surfaces des quatre coins du support Postit.

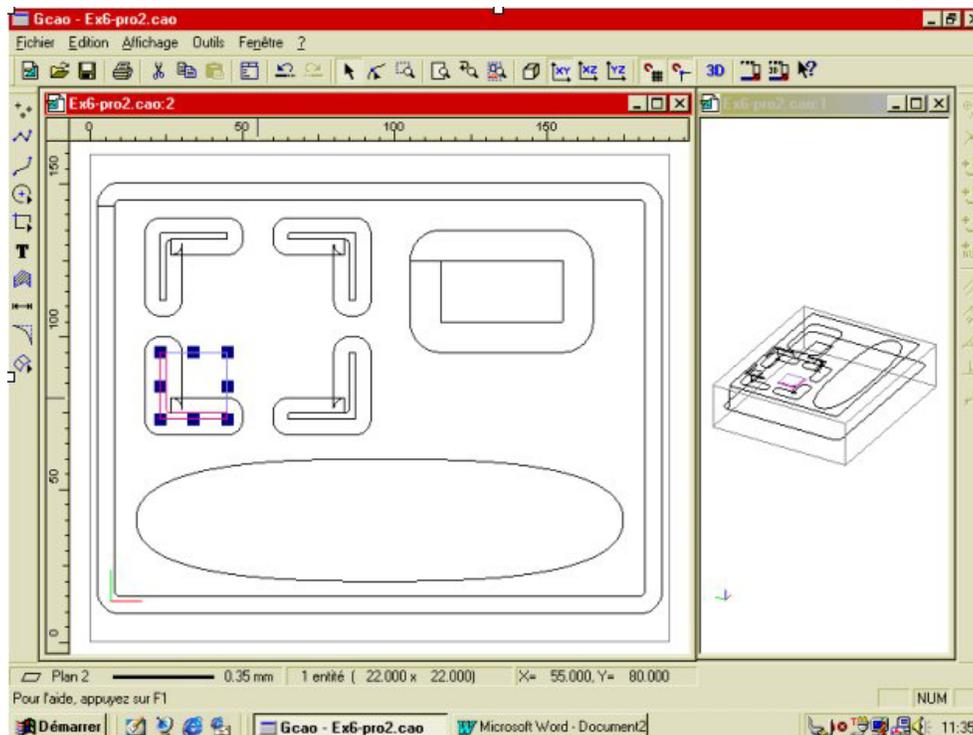
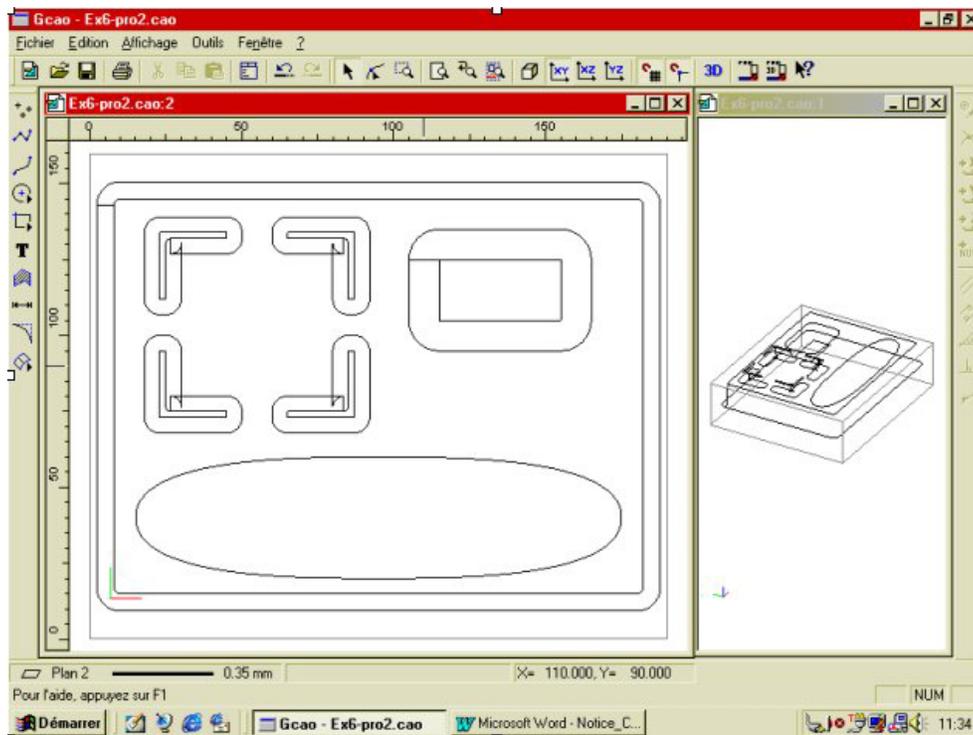
Nota : les surfaces planes ne peuvent être créées qu'à l'intérieur de contours fermés et soudés.

Pour faciliter la création des surfaces planes, vous allez désactiver le plan des surfaces, soit le plan 1. Cliquez sur le sous-menu « calques » du menu affichage. Cliquez sur « plan 1 » afin de déverrouiller le calque des surfaces. Sélectionnez l'équerre intérieure d'un des quatre coins, puis soudez-la.

Cliquez sur l'icône : « surface plane délimitée ».

La surface est maintenant créée.

**Nota :** la surface ne sera pas visible car le plan surface (plan 1) est verrouillé.  
Refaites cette opération sur les trois autres équerres.



Vous allez créer maintenant la surface plane du fond de la zone à trombones en répétant exactement la même méthode décrite ci-dessus pour les coins de la zone à trombone.

Et enfin vous allez créer la zone plane du haut du plumier, mais cette surface doit éviter les zones à crayons ou à trombones, il suffit pour cela que ces zones soit sélectionnées en même temps que le contour de la surface.

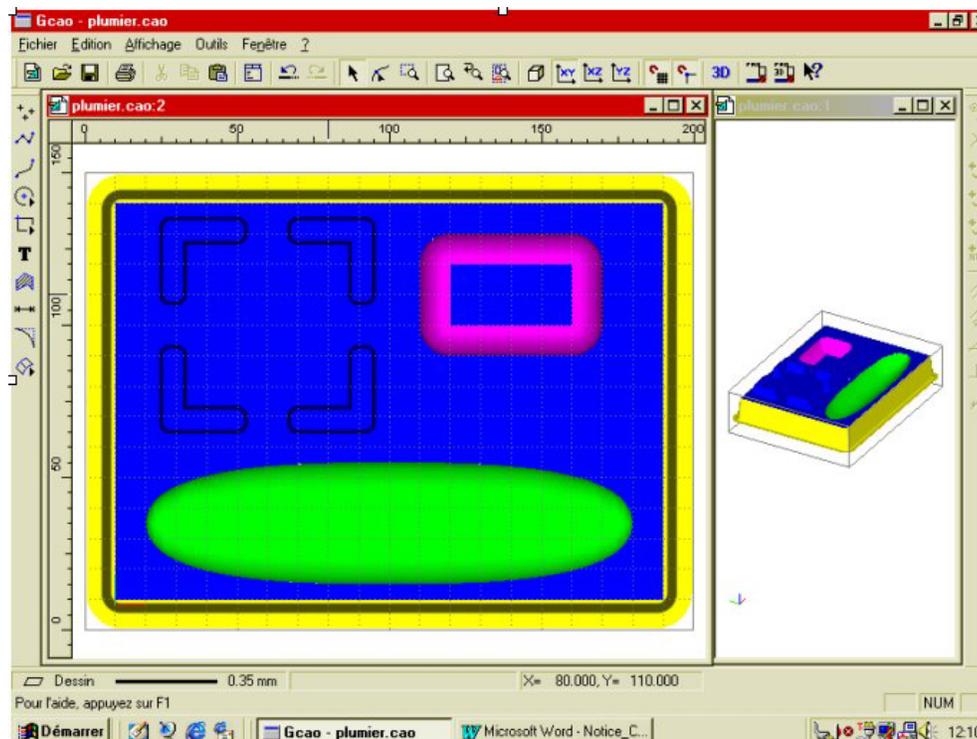
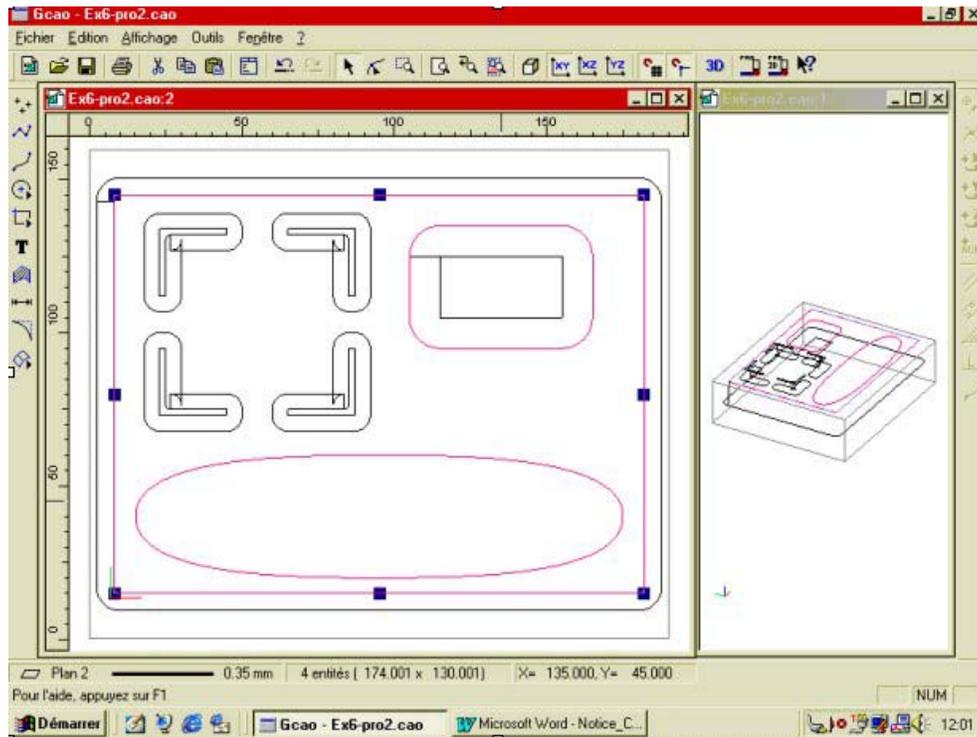
Sélectionnez le contour extérieur et soudez-le.

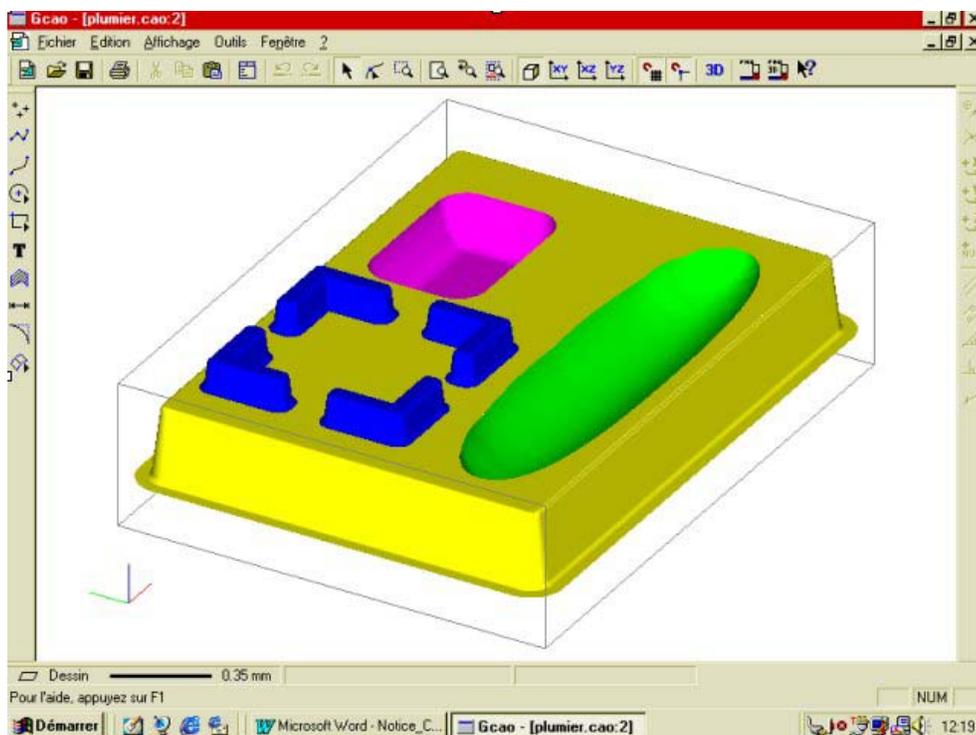
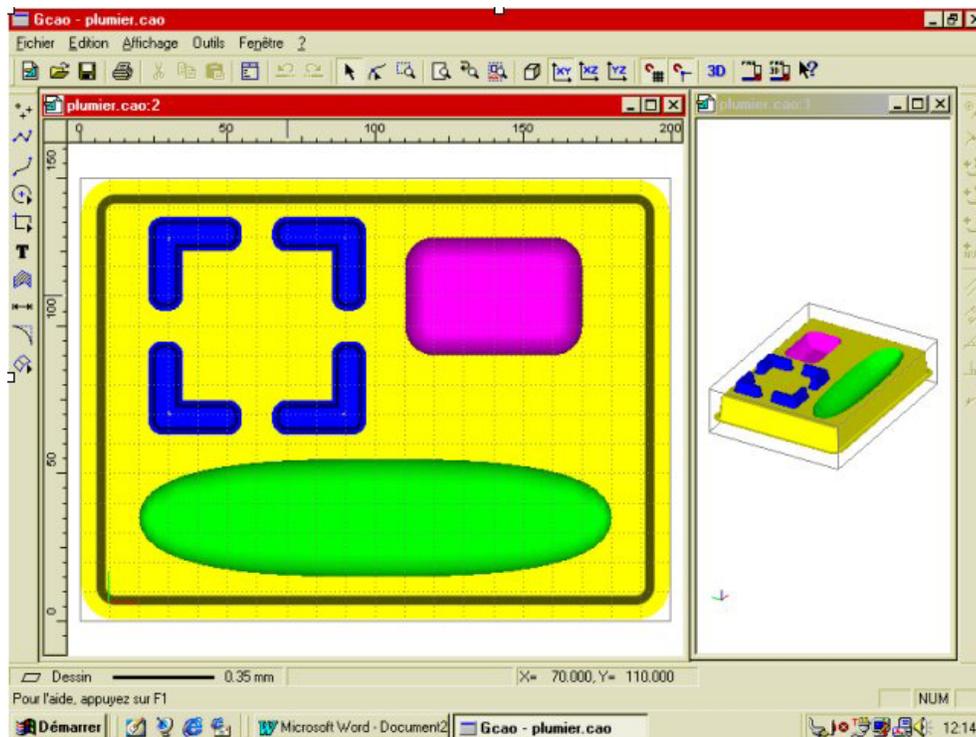
Répétez cette opération sur les contours supérieurs des zones à crayons et à trombones.

Sélectionnez ensuite ces trois contours, et cliquez sur l'icône : « surface plane délimitée ».

La surface est maintenant créée et évite les contours des zones à crayons et à trombones.

Vous allez maintenant réactiver le plan des surfaces (plan1) afin de réattribuer aux surfaces planes que vous venez de créer leurs couleurs (bleu, jaune et magenta).





Le dessin du plumier est maintenant terminé. Si vous désirez effectuer l'usinage 3D de cet exercice, vous devez posséder une licence du logiciel FAO GRAAL3D et, dans ce cas reportez-vous au manuel d'apprentissage de ce logiciel. Si vous n'avez pas acquis cette licence, contactez les services commerciaux de la société Charlyrobot :

**Charlyrobot SA BP 22 74350 Cernex**  
**Tel : 04 50 32 80 00**  
**Fax : 04 50 44 00 41**  
**E-mail [charlyrobot@charlyrobot.com](mailto:charlyrobot@charlyrobot.com)**



## 8.0 FAO GRAAL 3D-1

Le module FAO GRAAL 3D est un logiciel de calcul de parcours d'outils sur des géométries surfaciques 3D dans le but de réaliser sur votre Charlyrobot des fraisages 3D / 3 axes.

FAO GRAAL 3D génère des parcours d'outils en ébauche et / ou en finition avec différentes stratégies permettant d'optimiser la productivité et la qualité des pièces ainsi réalisées.

FAO GRAAL 3D vous propose, comme sur la version 2D / 2D1/2, une méthode simple et intuitive de paramétrage de parcours par des fenêtres successives avec des choix automatiques ou manuels, et en fonction de vos choix, les valeurs d'usinage optimales vous seront proposées.

Vous disposez entre autre du module de simulation d'usinage en rendu réaliste.

### 8.1 Principes de base

Le logiciel FAO GRAAL 3D vous permet d'usiner soit des surfaces réalisées sur le module de dessin CAO GRAAL surfacique soit des surfaces issues de tous les modeleurs 3D surfaciques ou solides capables de générer des fichiers au format "STL".

*Le format " STL « est la représentation par un maillage triangulaire des surfaces composant la pièce, la « normale « de chaque triangle de ce maillage indiquant la position de la matière.*

Les fichiers « STL « seront importés d'abord dans le module de CAO afin de réaliser d'éventuelles modifications : (orientation, taille, Etc.) puis transférés dans le module FAO GRAAL 3D.

Les fichiers réalisés dans le module FAO GRAAL 3D seront sauvegardés avec l'extension : « \*.F3D «

### 8.2 Généralités de fonctionnement

Vous retrouverez dans FAO GRAAL 3D toutes les fonctions générales de la CAO (Zoom, changement de vues, copier / coller, Etc.)

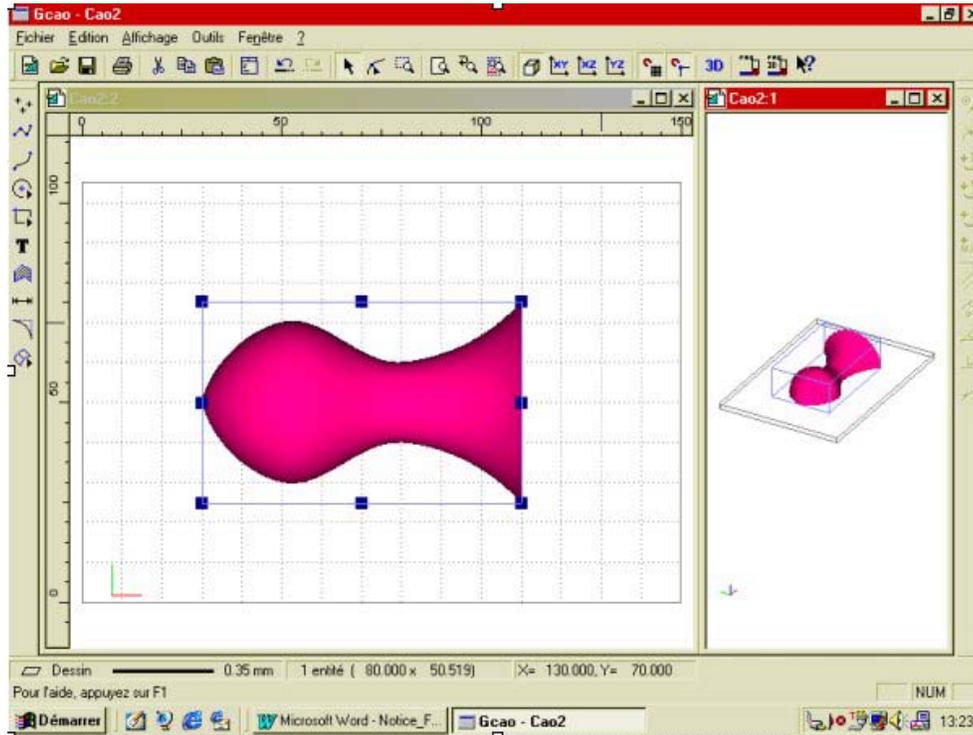
Certaines fonctions de préférence sont cependant spécifiques à FAO GRAAL 3D (trajectoire, approches, Etc.)

Les sélections des surfaces peuvent être faites en vues perspectives ou dans n'importe quelles vues.

### 8.3 Utilisation de FAO GRAAL 3D

Afin de vous aider à prendre en main FAO GRAAL 3D nous vous proposons de réaliser un exemple simple afin de comprendre le fonctionnement du logiciel ; nous vous proposerons ensuite de réaliser en usinage les exercices 3D que vous avez fait en CAO.

Vous allez dans un premier temps dessiner dans le module de CAO une surface quelconque en suivant les indications du manuel (faites par exemple une surface extrudée comme sur l'image suivante)



Il est possible en CAO de déterminer manuellement le brut nécessaire pour réaliser la pièce. En l'occurrence, pour cet exemple, il suffirait d'augmenter la dimension de la cote « Z » puis d'effectuer une translation de la surface à l'intérieur du brut.

Mais comme FAO GRAAL 3D possède une fonction de calcul automatique de brut, nous allons pour cet exemple utiliser celle-ci.

Depuis la CAO, cliquez sur l'icône « FAO3D » 

Vous basculez automatiquement dans le module de FAO et la fenêtre « dimension et type de matériau » apparaît.

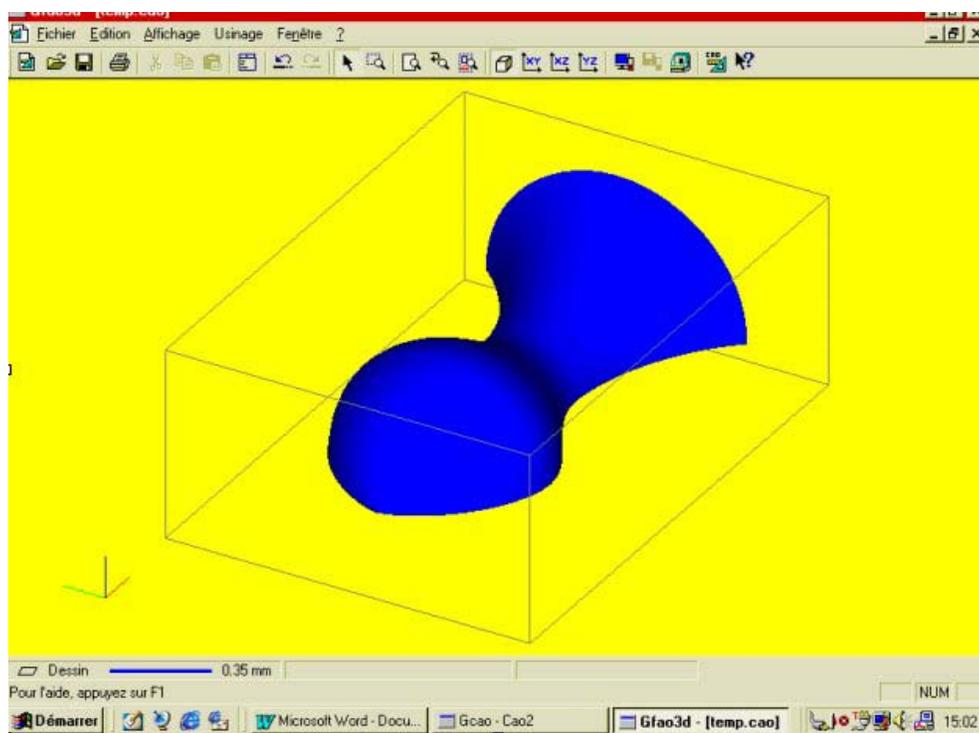
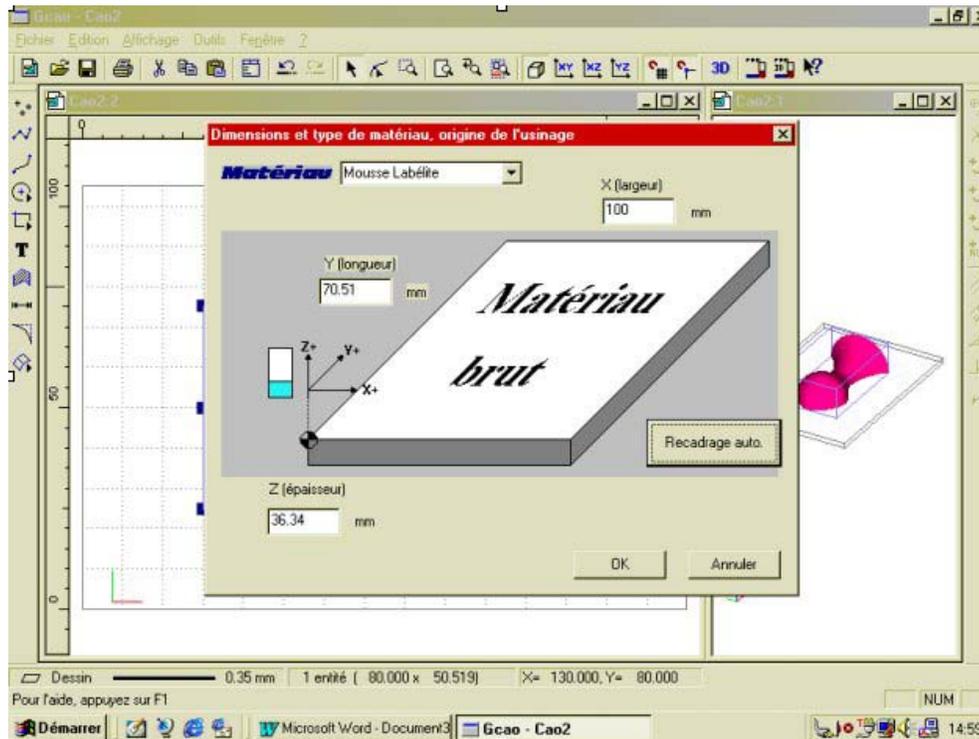
Dans cette fenêtre, vous allez d'abord choisir le matériau que vous allez usiner en déroulant la liste.

Vous allez ensuite recadrer la dimension du brut en fonction des dimensions de la surface à usiner. Ce recadrage se fait avec des marges en haut, en bas et de chaque côté, dont les valeurs par défaut sont de 10 mm sur tous les côtés sauf sur le haut où elle est à 1 mm (ces valeurs peuvent être modifiées dans les préférences.)

Déroulez la liste de matériaux et choisissez « mousse Labellite » (la mousse Labellite est un matériau très tendre à usiner destiné à valider des formes. Ce produit est disponible dans notre liste d'accessoires).

Cliquez sur « recadrage auto » et validez par : « OK ».

Vous êtes maintenant dans le module FAO GRAAL 3D en vue perspective.



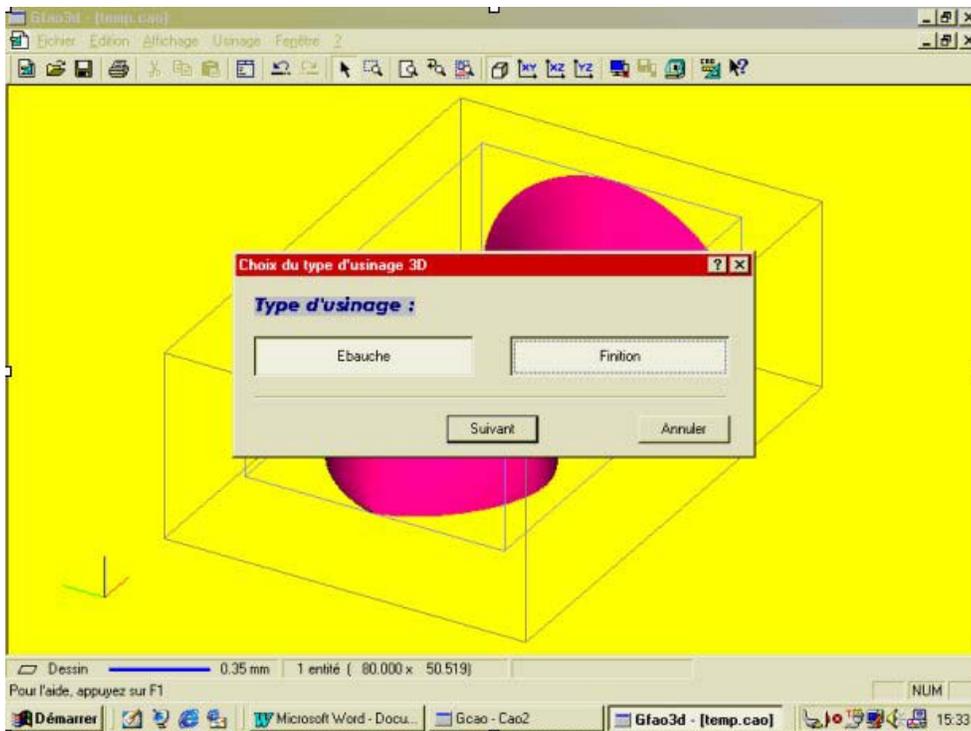
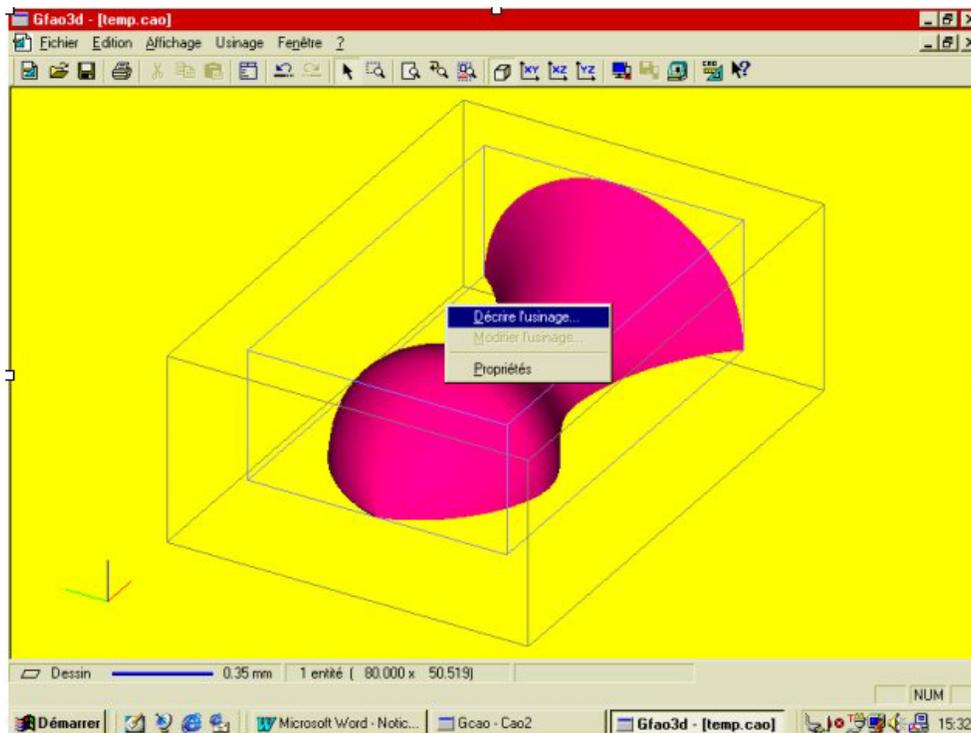
Sélectionnez la surface en cliquant dessus, elle passera en couleur de sélection (rouge / rose) et sera entourée d'un parallélépipède de sélection.

Cliquez sur le bouton de droite de la souris pour appeler le menu contextuel, et cliquez sur : « décrire l'usinage ».

Vous devez dans la première fenêtre préciser si vous faites un parcours en « Ebauche », en « Finition » ou les deux .

La règle la plus courante est de faire une « Ebauche + Finition ». En effet, dans l'usinage 3D / 3axes, les hauteurs d'usinage de l'axe : « Z » sont souvent importantes et les fraises de finition n'ont que rarement la possibilité de réaliser l'usinage directement, une passe d'ébauche avec une fraise spécifique est donc très souvent nécessaire.

Cliquez sur : « Ebauche » puis sur « Finition » puis sur « suivant »  
**charlyGRAAL 3D**

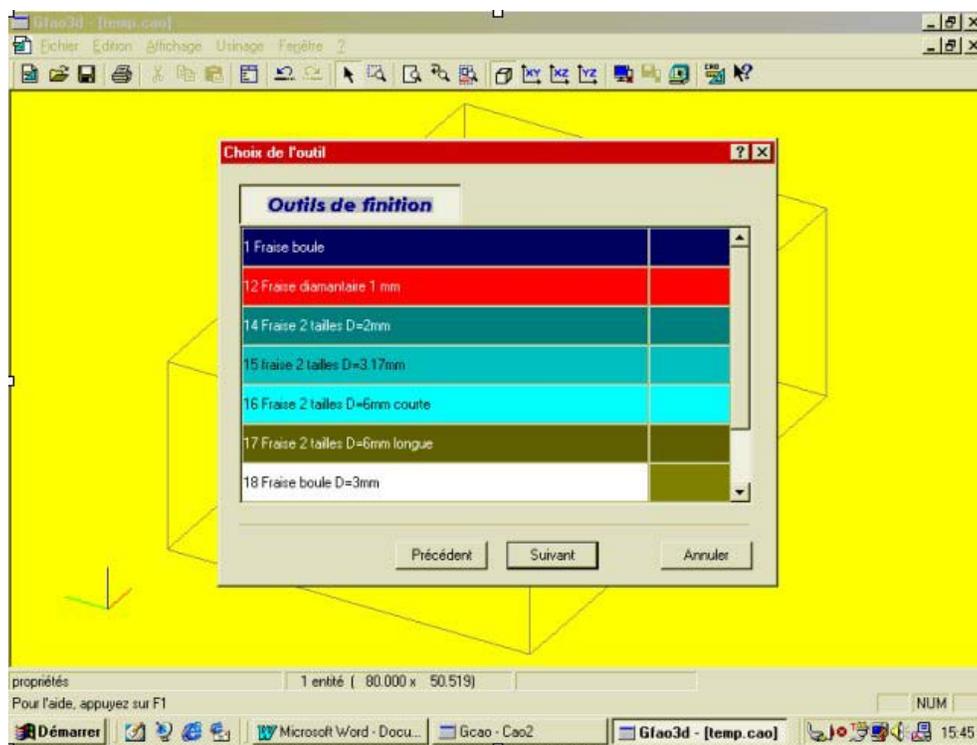
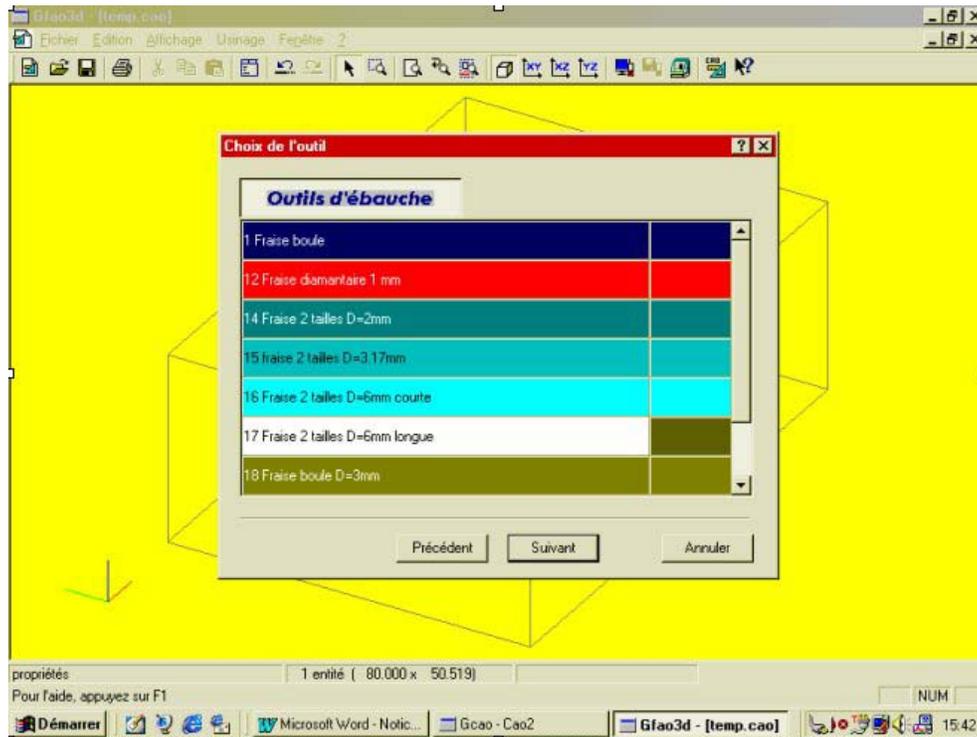


La fenêtre suivante vous demande de choisir un outil d'ébauche dans la liste des outils fournis avec le logiciel.

Cliquez sur : l'outil N° 17 « fraise 2 taille de 6 longue » puis cliquez sur « suivant ».

Vous devez ensuite choisir l'outil de finition.

Cliquez sur : l'outil N° 18 « fraise boule de 3 » puis cliquez sur « suivant ».



Une fois les outils choisis, la fenêtre suivante vous propose de choisir la stratégie d'usinage d'ébauche.

Si vous choisissez le mode « automatique », une stratégie par défaut va être adoptée et vous n'aurez pas accès à ces paramètres ; vous passerez donc directement à la fenêtre « stratégie d'usinage de finition » ; le mode automatique est particulièrement conseillé pour les utilisateurs débutant dans l'usinage 3D.

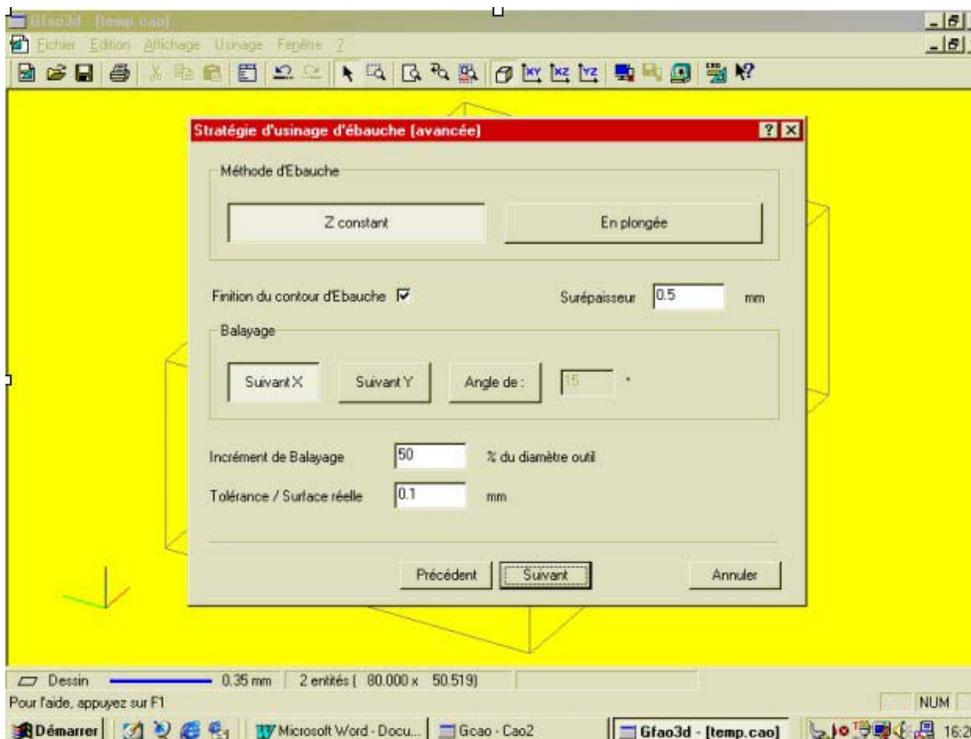
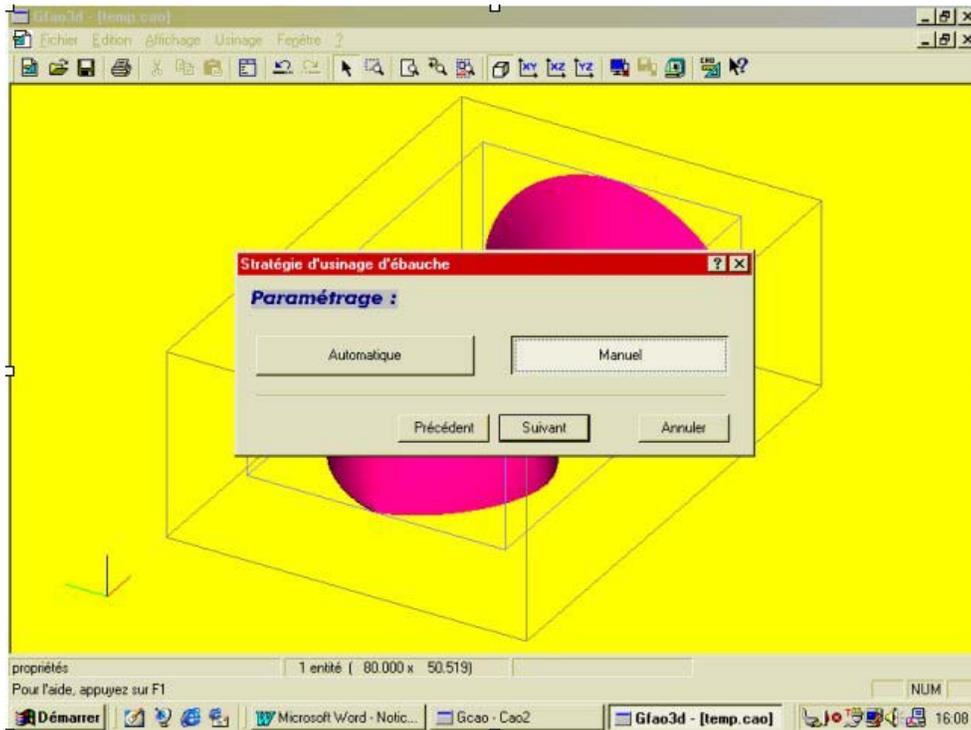
Si vous choisissez le mode « Manuel » vous devrez paramétrer vous-mêmes le parcours d'ébauche dans la fenêtre suivante.

Cette fenêtre vous indique aussi la profondeur de passe qui sera générée avec cet outil dans le matériau choisi, vous pouvez modifier éventuellement cette valeur si l'outil ou le matériau utilisé diffèrent de ceux choisis dans les listes, dans tous les cas la valeur conseillée reste indiquée en information.

Pour cet exemple, vous allez utiliser le mode « Manuel » de façon à commenter la fenêtre : « stratégie d'ébauche manuelle ».

Cliquez sur le bouton « Manuel ».

La fenêtre suivante va vous permettre de choisir la stratégie d'ébauche (elle vous affiche par défaut la stratégie adoptée en mode « automatique »).



## 8.4 Description des stratégies d'ébauches

D'abord, vous pouvez choisir entre deux méthodes : « Z constant » ou « en plongé ».

Le « Z constant » consiste à faire un parcours en plan parallèle en contournant les zones des surfaces ; la profondeur de passe sera déterminée automatiquement en fonction de l'outil et du matériau.

« En plongé » consiste à réaliser un balayage en aller / retour en suivant le profil de la surface en plusieurs passes. Comme pour la première méthode, la profondeur de passe sera déterminée automatiquement en fonction de l'outil et du matériau.

La finition du contour d'ébauche consiste, si elle est cochée, à contourner à chaque passe les îlots d'ébauches de la surface (cette fonction n'est active que dans la méthode : « Z constant »).

La surépaisseur est l'épaisseur de matière laissée par l'ébauche pour la finition, par défaut : 0.5mm.

Le choix du balayage indique par rapport à quel axe l'usinage s'effectuera, soit par rapport à l'axe « X » soit « Y » soit avec un angle à renseigner ; le balayage par défaut est par rapport à l'axe : « X ».

L'incrément de balayage est la distance de déplacement de l'outil à chaque passe ; C'est un pourcentage du diamètre de l'outil, par défaut : 50°.

La tolérance / surface réelle est l'approximation admissible entre le dessin et le parcours d'outils généré ; elle est par défaut à : 0.1mm.

Pour cet exemple vous allez laisser les valeurs par défaut et cliquer sur « suivant ».

Comme pour l'ébauche, la fenêtre suivante vous demande de choisir une stratégie de finition, soit manuelle, soit automatique ; seule différence : en mode automatique, vous allez choisir une qualité de surface usinée avec trois choix : « fin », « moyen », « rapide ». En fait, ces choix correspondent à la valeur de l'incrément de balayage qui, s'il est très serré, donnera une surface très lisse et à l'inverse, s'il l'est moins, donnera une surface plus ou moins rugueuse.

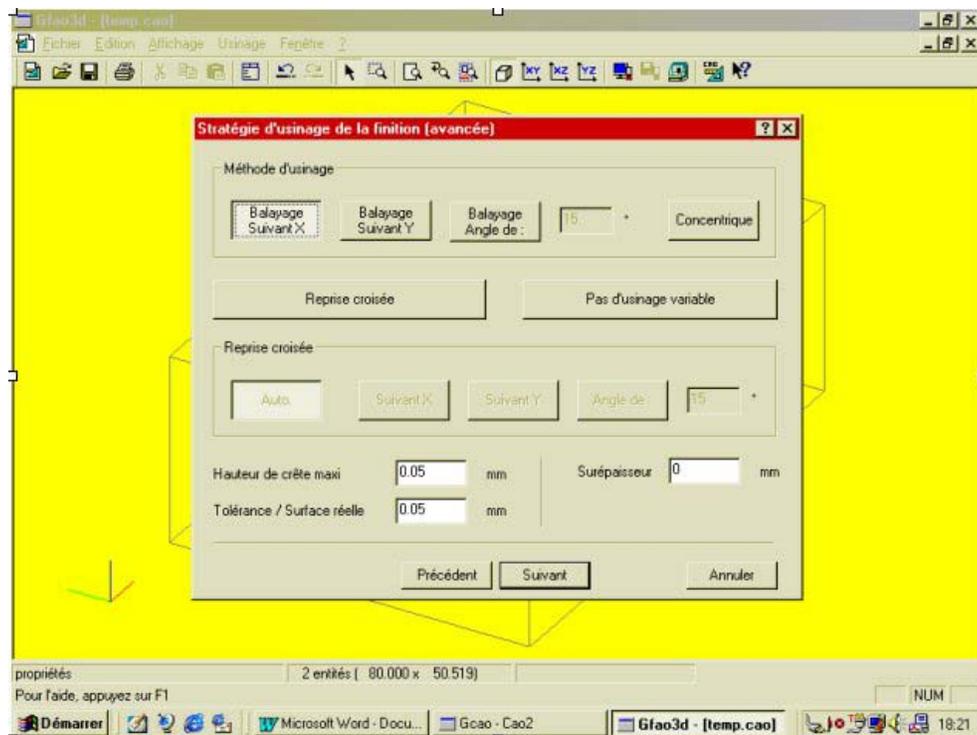
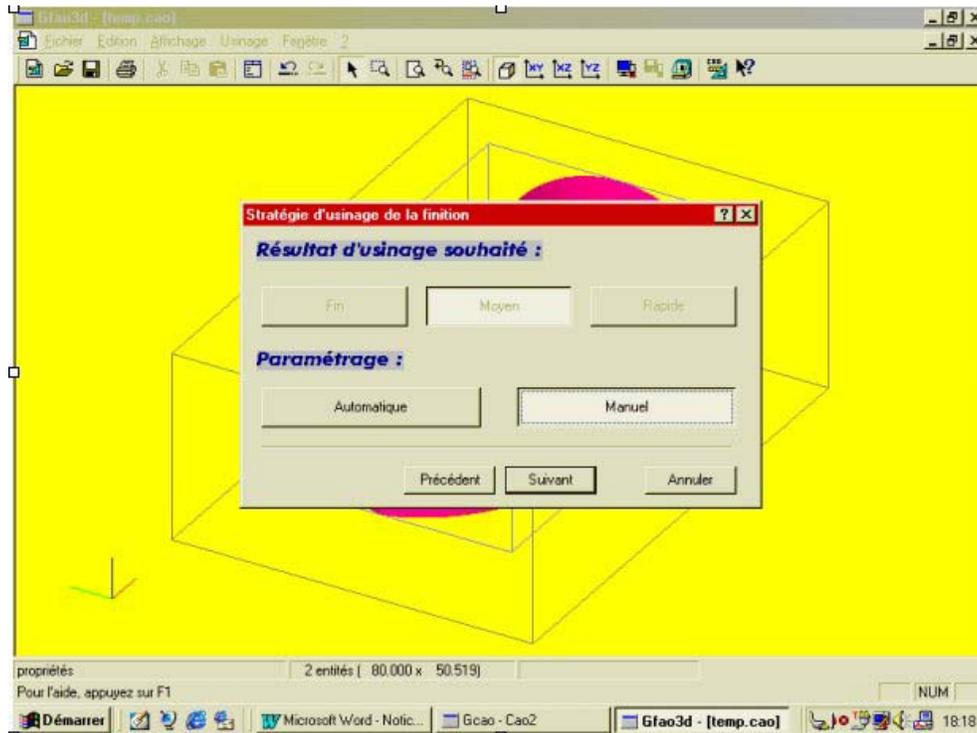
La valeur retenue étant la hauteur de crête générée par le passage de l'outil entre deux balayages, ce qui fait qu'en fonction de l'outil et de la surface, les incréments peuvent être différents pour une même hauteur de crête.

Les hauteurs de crêtes par défaut pour les trois choix sont :

- Fin : 0.01 mm.
- Moyen : 0.05 mm.
- Rapide : 0.1 mm.

Pour cet exemple et comme pour l'ébauche, vous allez utiliser le mode « Manuel » de façon à commenter la fenêtre : « stratégie de finition manuelle ».

Cliquez sur : « Manuel » puis cliquez sur « suivant »



## 8.5 Description des stratégies de finition

La méthode d'usinage peut être faite par balayage suivant : X ou Y ou suivant un angle à renseigner ; elle peut être aussi réalisée en mode « concentrique » c'est-à-dire en décrivant un parcours tournant autour de la surface ; la méthode par défaut est un balayage suivant : « X ».

La fonction « reprise croisée » permet, si elle est activée, de reprendre l'usinage après le premier passage dans les endroits de la surface où la stratégie de base n'a pas pu donner le résultat souhaité ; ces zones sont calculées automatiquement.

Les reprises sont par défaut réalisées en mode automatique perpendiculairement à la stratégie de base mais peuvent être choisies manuellement : suivant : X ou Y ou suivant un angle à renseigner.

La fonction « pas d'usinage variable » permet d'adapter l'incrément de balayage à la pente de la surface afin d'avoir un résultat le plus régulier possible ; en fait, plus la pente est proche de l'horizontale, plus l'incrément se resserre, et inversement.

La hauteur de crête (expliqué plus haut) est réglable manuellement dans ce champ ; elle est par défaut à : 0.05 mm.

La tolérance / surface réelle est comme sur l'ébauche l'approximation admissible entre le dessin et le parcours d'outils généré ; elle est par défaut à : 0.05 mm.

La « surépaisseur » permet, si vous lui donnez une valeur supérieure à « 0 », de réaliser ensuite une nouvelle trajectoire de super finition avec une autre stratégie et / ou un autre outil, la valeur par défaut est à : « 0 ».

Pour cet exemple vous allez laisser les valeurs par défaut et cliquer sur « suivant ».

La fenêtre suivante vous propose de visualiser ou non les paramètres complémentaires ; si vous cliquez sur « suivant » sans cocher : « montrer les paramètres complémentaires », vous lancez le calcul du parcours immédiatement. Par contre, si vous cochez cette demande, la fenêtre suivante vous demandera de renseigner ces paramètres !

Si vous ne faites que des trajectoires d'usinage très simple et que vous n'utilisez jamais les paramètres complémentaires, il vous est possible de ne pas afficher du tout cette fenêtre et ainsi lancer le calcul immédiatement après la fenêtre : « Stratégie de finition ».

Pour désactiver la boîte de demande des paramètres avancés, vous devez ouvrir le sous menu préférence du menu affichage puis choisir l'onglet : « Avancés » puis le bouton : « global » et enfin : décocher la fonction : « montrer la boîte de dialogue : paramètres avancés ».

Pour cet exemple, afin de vous présenter toutes les fonctions, vous allez visualiser les paramètres complémentaires en cochant le bouton.

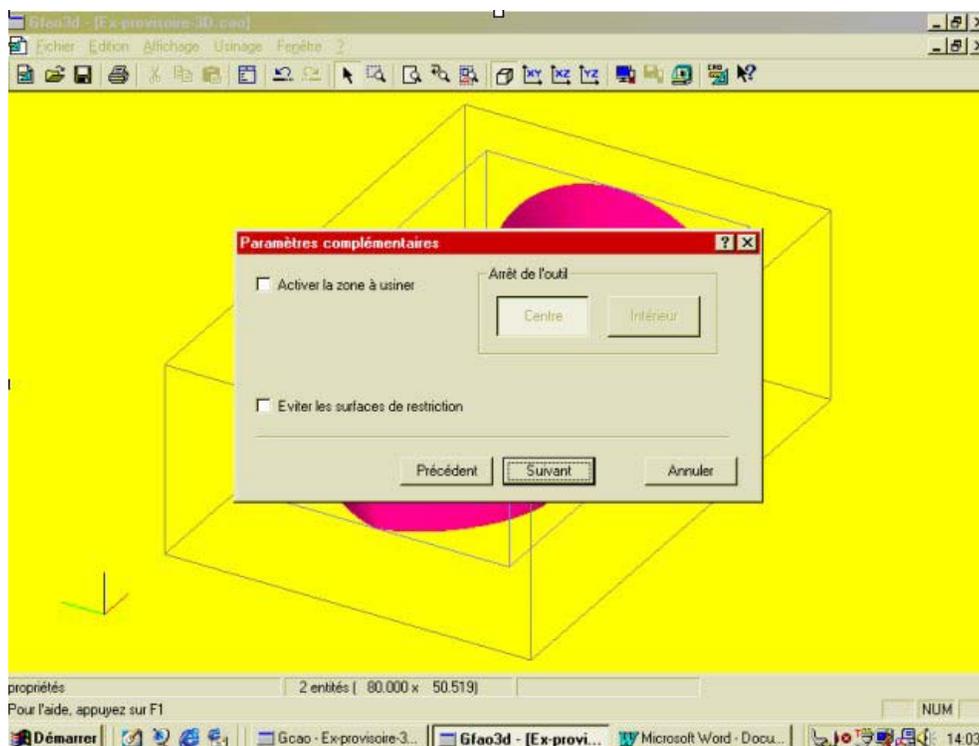
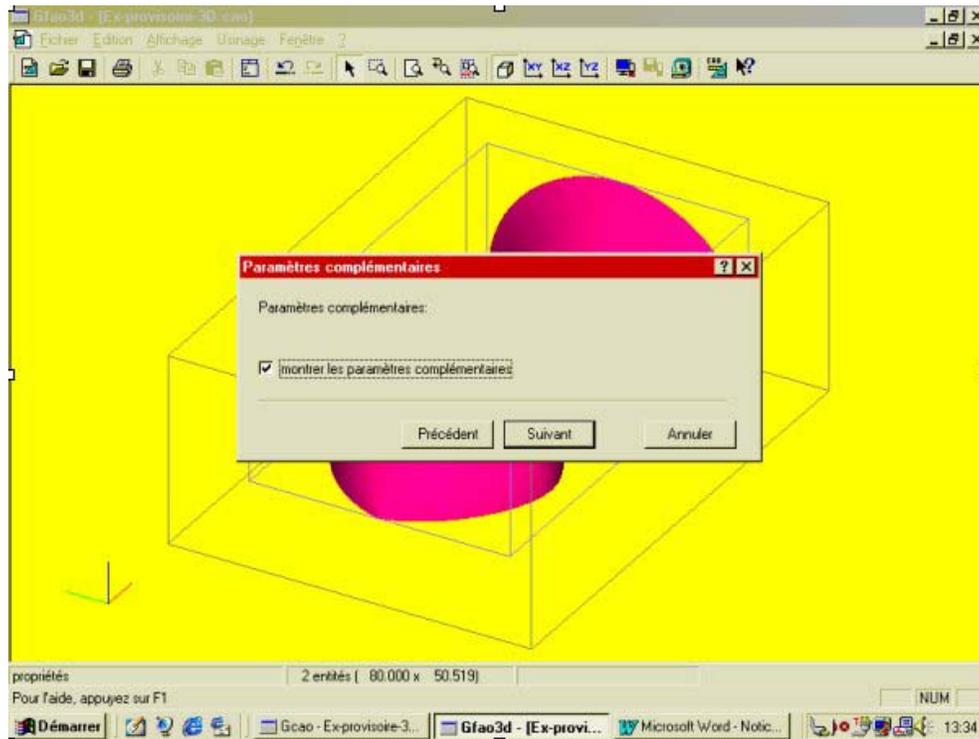
Deux paramètres peuvent être renseignés dans la fenêtre suivante que nous allons commenter :

### **Activer la zone à usiner**

Cette fonction consiste à donner une limite de la zone à usiner. En effet, par défaut la matière est enlevée tout autour de la surface sur la totalité du brut, mais si vous dessinez en 2D un contour quelconque autour de la surface (qui peut être les bords de cette même surface) et que vous sélectionnez ce contour avec la surface pour décrire l'usinage, le fait d'activer la zone de restriction limitera l'usinage sur ce contour (l'arrêt de l'outil pouvant être soit au centre soit à l'intérieur de ce contour).

### **Eviter les surfaces de restrictions**

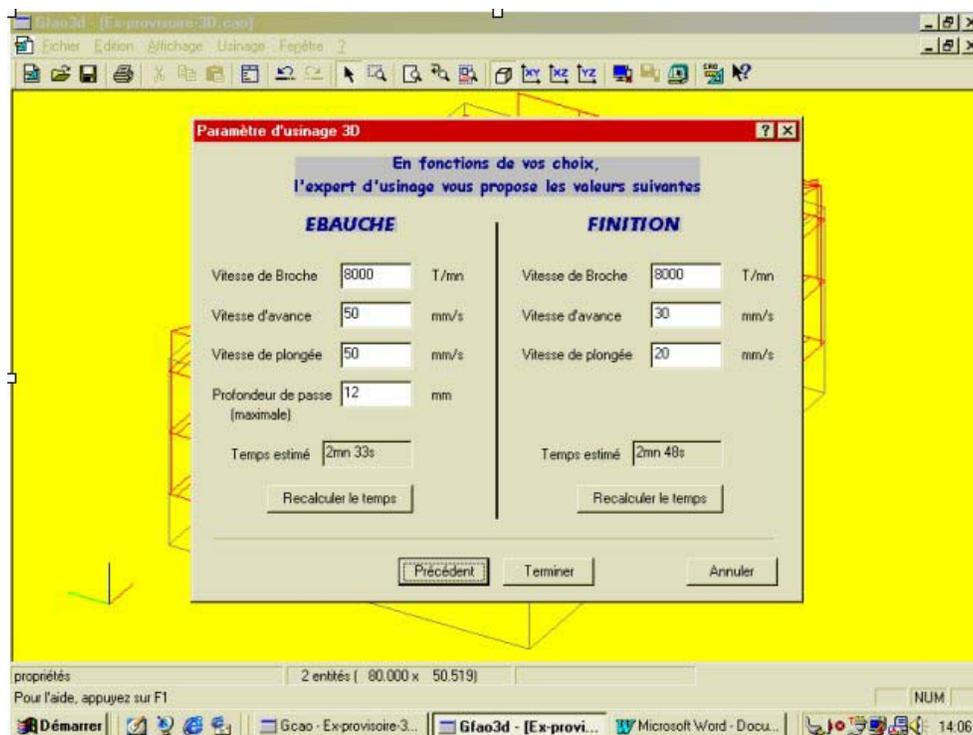
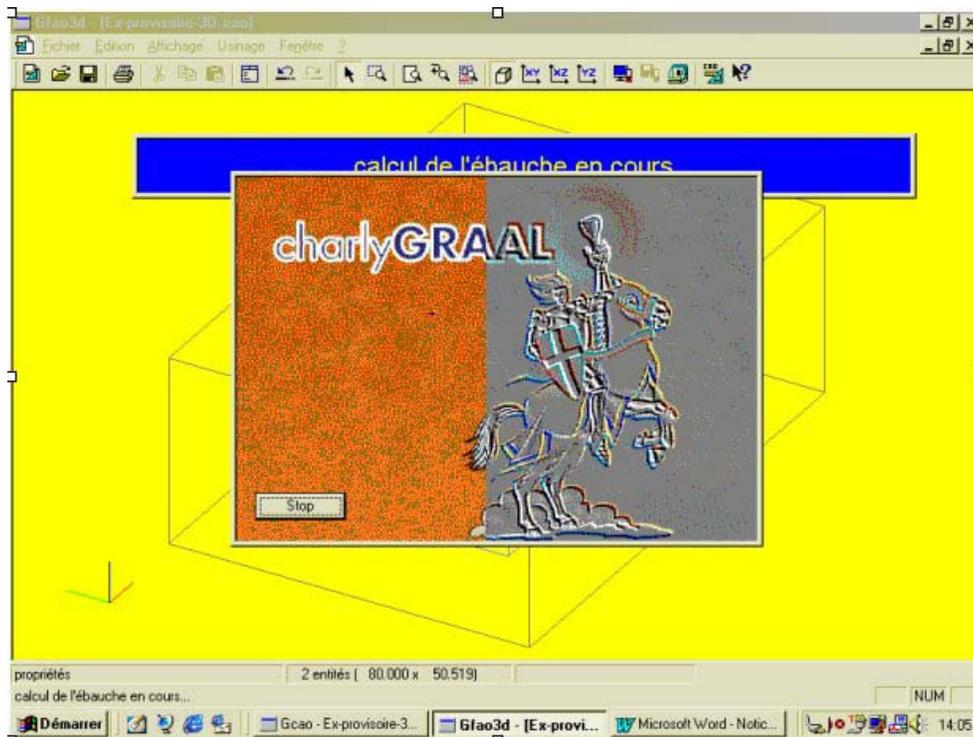
Si votre dessin comporte plusieurs surfaces et que toutes n'ont pas de trajectoires d'outils associées, les zones de ces surfaces pourront être évitées si vous cochez cette fonction.



Cliquez sur « suivant pour lancer le calcul.

Une barre défilement ainsi qu'une barre de messages vous indiquent le déroulement du calcul. Pour cet exemple, compte tenu de la simplicité de la surface traitée, le calcul sera relativement rapide ; mais selon la complexité de la ou des surfaces et des stratégies adoptées, les temps de calculs peuvent être plus ou moins longs (plusieurs minutes voir dizaines de minutes !)

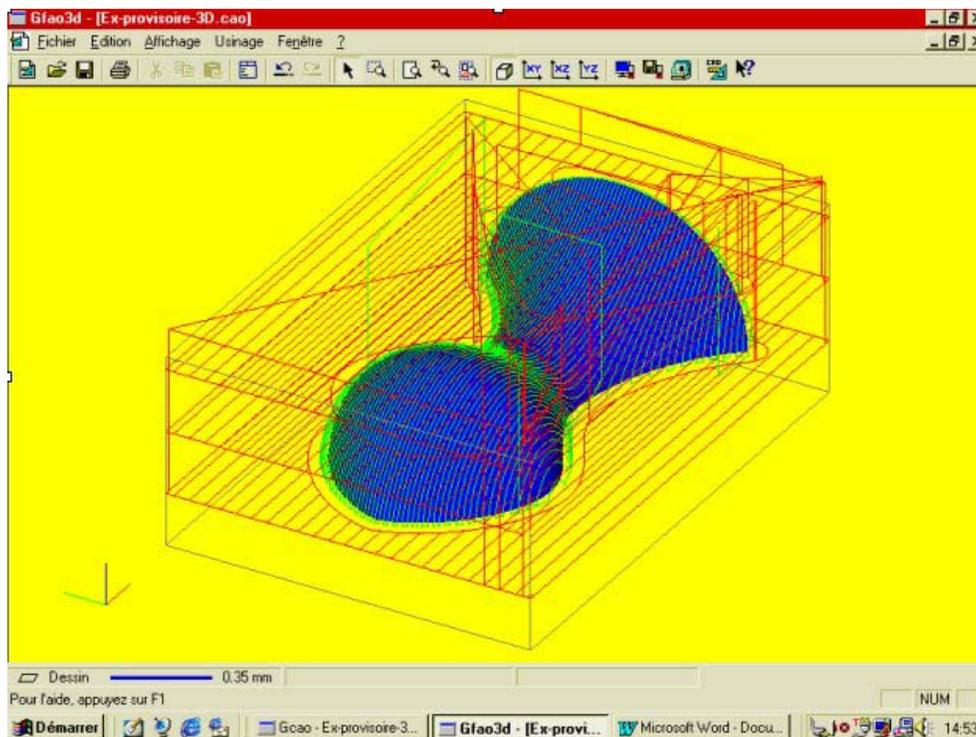
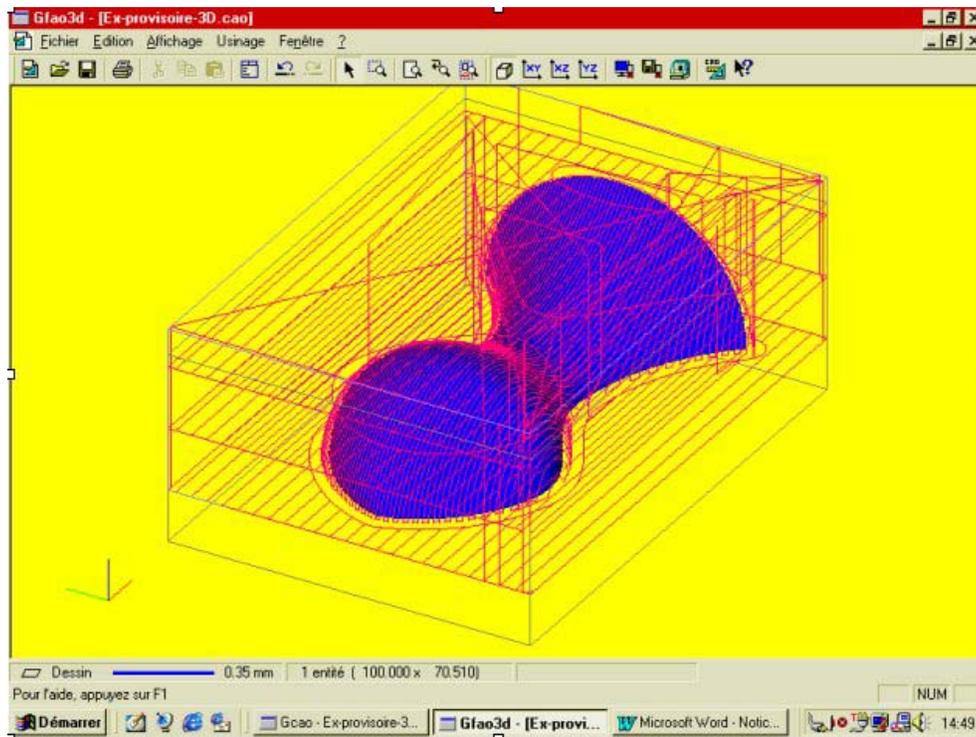
Une fois ces calculs terminés, une fenêtre vous indique tous les paramètres de coupes ainsi que les temps estimés d'usinage en ébauche et en finition. Ces paramètres ont été calculés en fonction du matériau et des outils utilisés. Vous pouvez apporter si nécessaire des modifications et donc recalculer les temps estimés d'usinage.



Une fois cliqué sur « terminer » vous pouvez visualiser les parcours d'outils que vous venez de créer, ces parcours sont sélectionnés par défaut et vous pouvez si vous le souhaitez leur apporter des modifications en cliquant à droite et en. Soit le menu : « Modifier l'usinage » qui vous déroule toutes les fenêtres de la première à la dernière, vous permettant d'apporter toutes les modifications souhaitées (cette fonction provoque même si aucune modification n'a été apportée le recalcul des trajectoires) ; Soit le menu : « Modifier les Paramètres » qui comme dans la FAO 2D vous propose de choisir d'ouvrir l'une des six fenêtres et de modifier uniquement celle ci. (dans ce cas certaines modifications qui ne touchent pas à la géométrie du parcours ne provoquent pas le recalcul de celui ci).

Une fois les parcours désélectionnés, vous pouvez visualiser les ébauches en couleur rouge et les finitions en couleur vert.

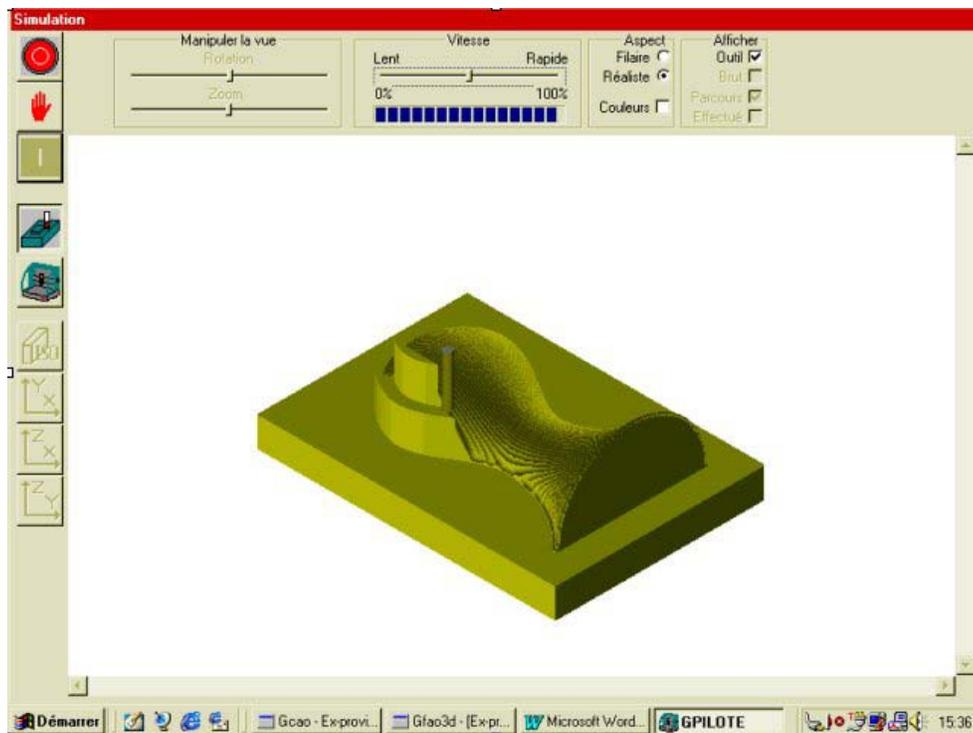
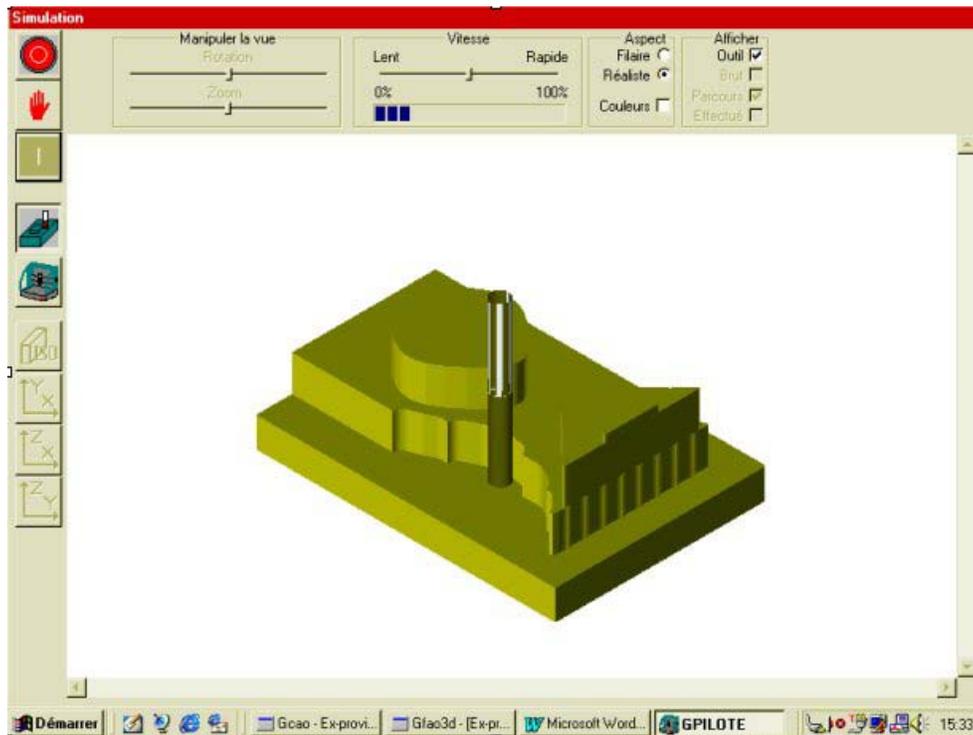
**Nota :** pour créer ces trajectoires vous avez ouvert toutes les fenêtres disponibles dans le but de les connaître ; aussi, nous vous conseillons de supprimer les trajectoires que vous venez de créer et de recommencer la description de l'usinage en utilisant les fonctions automatiques afin d'apprécier la rapidité et la facilité d'utilisation du logiciel.



Une fois les trajectoires réalisées vous pouvez visualiser la simulation de l'usinage à l'écran et ce avec une représentation en rendu réaliste.

Cliquez sur l'icône : simulation 

Une fois passé dans le module de simulation, vous pouvez choisir l'orientation et éventuellement la taille de la simulation avec le mode « zoom » (ces manipulations se font en mode filaire pour plus de confort).  
Ces choix faits, cochez le bouton « réaliste » puis sur le bouton vert de lancement de la simulation.



Vous pouvez maintenant usiner la surface que vous venez de créer en cliquant sur l'icône « usinage ». (dessin de l'icône)  
**ATTENTION** : si vous avez utilisé la fonction de recadrage automatique, la dimension de la hauteur du brut devra être modifiée dans le module de pilotage en fonction de l'épaisseur réelle du brut.

Cliquez sur « usinage »  et suivez les instructions déjà vues dans les usinages 2D en prenant garde toutefois aux sorties d'outils qui doivent obligatoirement être supérieures à la hauteur maximum de la surface à usiner.

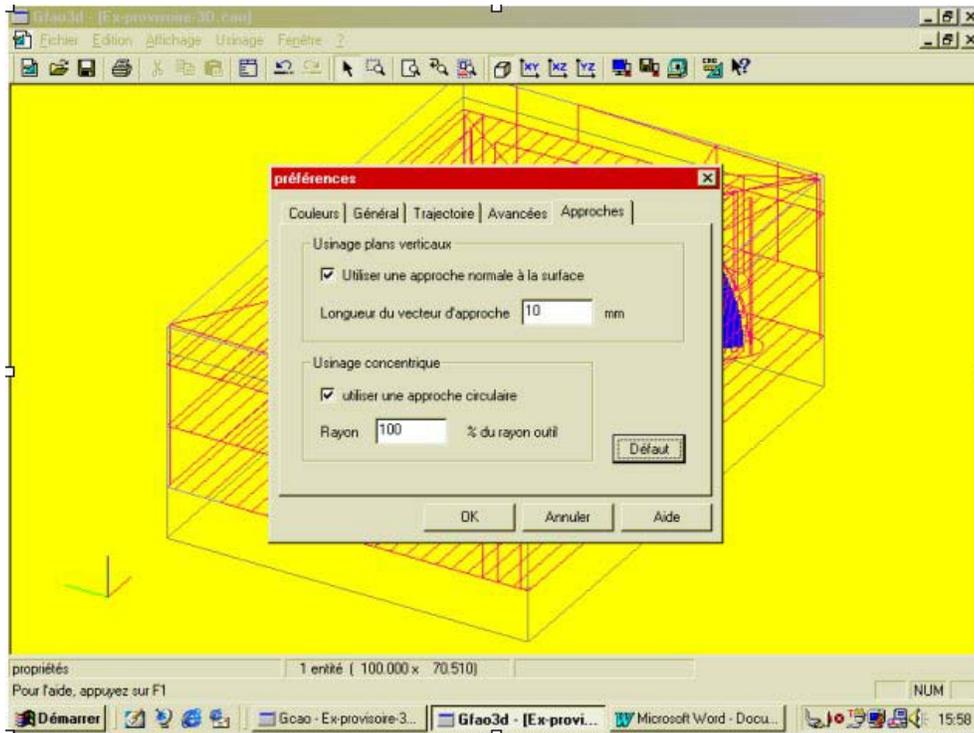
## 8.6 Informations complémentaires

### Les Approches

Les approches des outils dans la matière à usiner sont paramétrées par défaut dans le sous-menu « préférences » du menu affichage. En fonction des stratégies adoptées, les approches peuvent changer :

Dans les usinages en plans verticaux, vous pouvez utiliser soit une approche verticale, soit une approche normale à la surface, avec la possibilité de paramétrer la longueur du vecteur d'approche.

Dans les usinages concentriques, vous pouvez utiliser soit une approche verticale, soit une approche circulaire avec un rayon d'approche paramétrable.

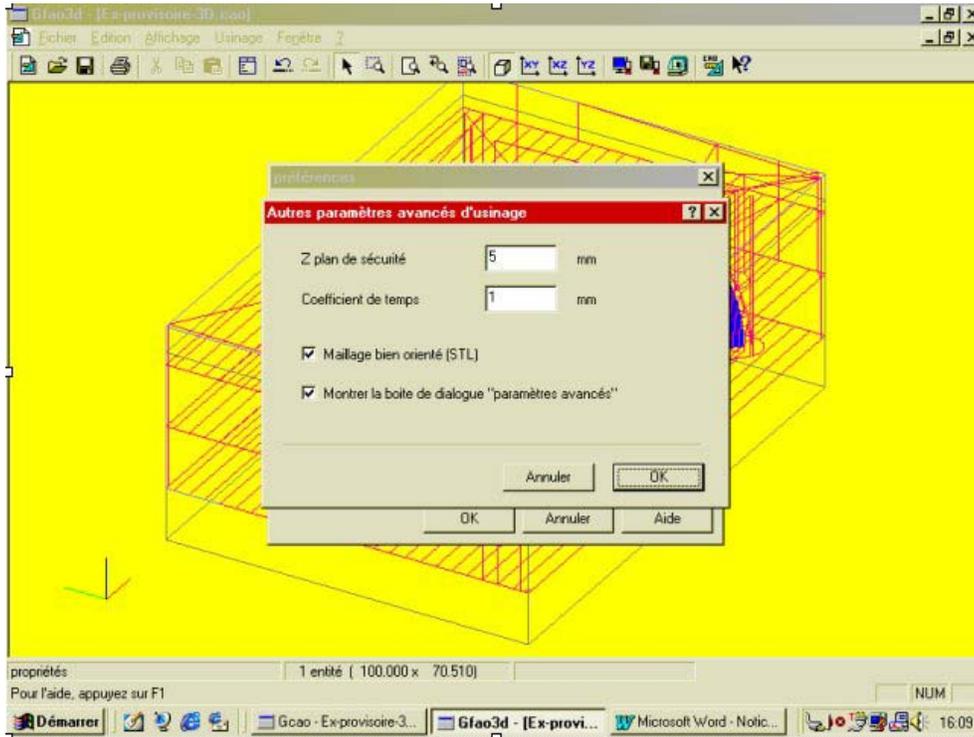


## 8.7 Les fichiers STL

Les fichiers STL étant une représentation complète de la pièce, certaines parties ne pourront pas être usinées (parties creuses cachées, contre-dépouilles).

Afin d'alléger les calculs, vous pouvez demander au logiciel de ne prendre en compte uniquement les facettes ayant des normales positives ou neutres.

Cette fonction est paramétrée par défaut dans le sous-menu « préférence » du menu affichage, puis dans le bouton « global » de l'onglet « avancé ».

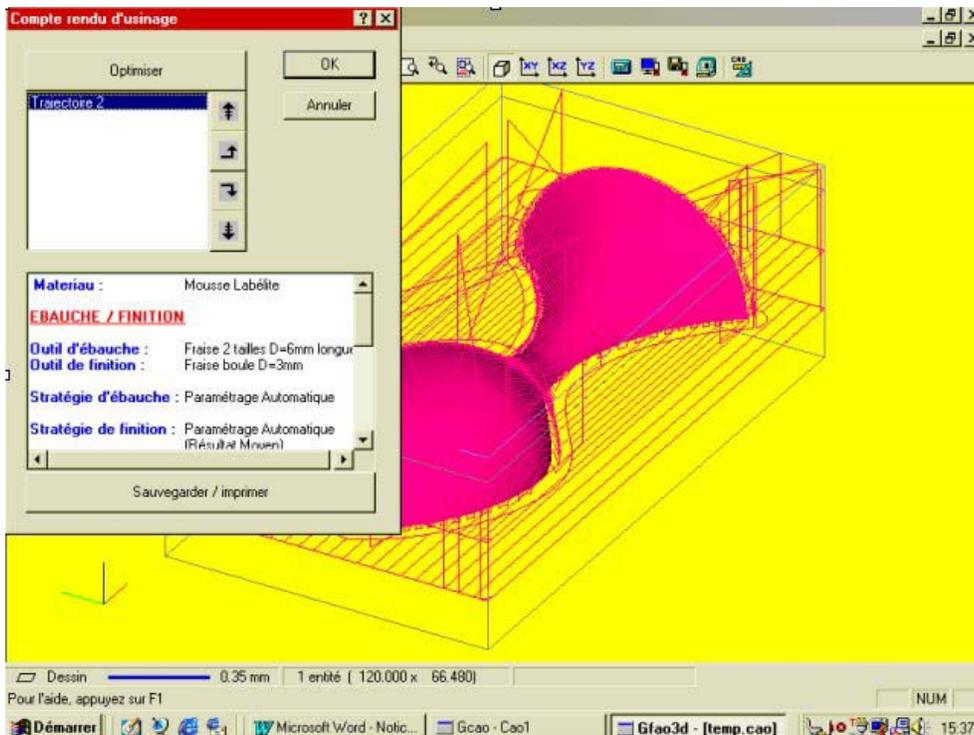


## 8.8 Le compte rendu d'usinage

Le compte rendu d'usinage rappelle à l'opérateur l'ensemble des paramètres utilisés pour le ou les usinages. Il permet en outre de séquencer les usinages des différentes trajectoires.

Ce compte-rendu s'affiche sur le coté gauche de l'écran en cliquant sur l'icône : « compte-rendu »  mais il s'affiche aussi avant la simulation et l'usinage.

Le compte rendu d'usinage peut être imprimé.



**Attention** : certains fichiers de très grande taille, notamment les fichiers STL de grosses pièces compliquées, peuvent demander des temps de calculs assez longs qui peuvent être de plusieurs heures, il est donc indispensable à l'utilisateur de vérifier avant de valider la dernière fenêtre tous les paramètres de coupes proposés, notamment les profondeurs de passe et les incréments de balayage en ébauche, car la modification de ces paramètres et / ou des stratégies après coup vont provoquer le recalcul complet des trajectoires.

Il est aussi conseillé de prendre garde à la génération trop fine des fichiers STL en effet plus le maillage est fin plus les temps de calcul seront longs et souvent une trop grande précision n'apporte rien en qualité finale compte tenu des tolérances admises, mais allonges les temps d'affichage et de calcul.

## 9.0 FAO GRAAL 3D 2

### 9.1 Exemples d'usinage 3D.

Afin de vous aider à utiliser FAO GRAAL 3D, nous vous proposons de réaliser les trajectoires d'usinage des fichiers 3D que vous avez réalisés dans le module de CAO.

### 9.2 Premier exercice : Assiette

Dans le module de CAO, ouvrez le fichier de l'assiette que vous avez normalement nommé : « Ex5.CAO »  
Pour ce premier exercice, vous allez utiliser la fonction de calcul automatique de la taille du brut.

Comme vous allez réaliser cet usinage en creux, il convient de limiter la zone à usiner au contour extérieur de l'assiette, à l'aide de la fonction « extraire les bords ».

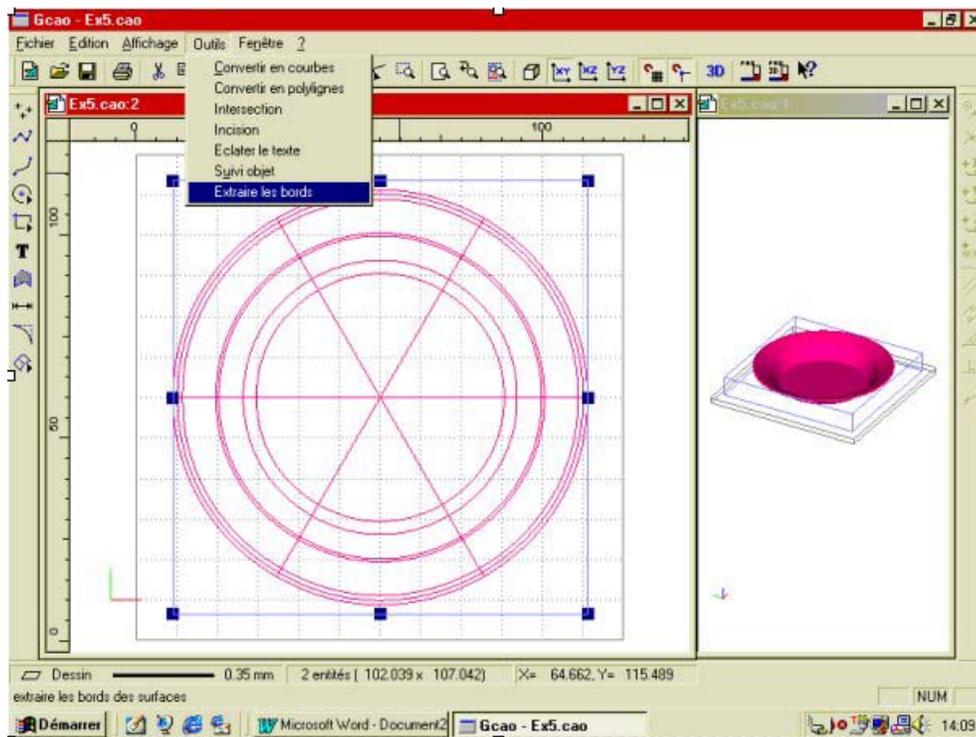
Comme cette fonction va extraire tous les bords de la surface, il convient de supprimer ceux qui ne sont pas sur le bord extérieur. Pour ce faire, vous allez les placer sur un plan différent en prenant garde qu'aucun objet ne soit sélectionné.

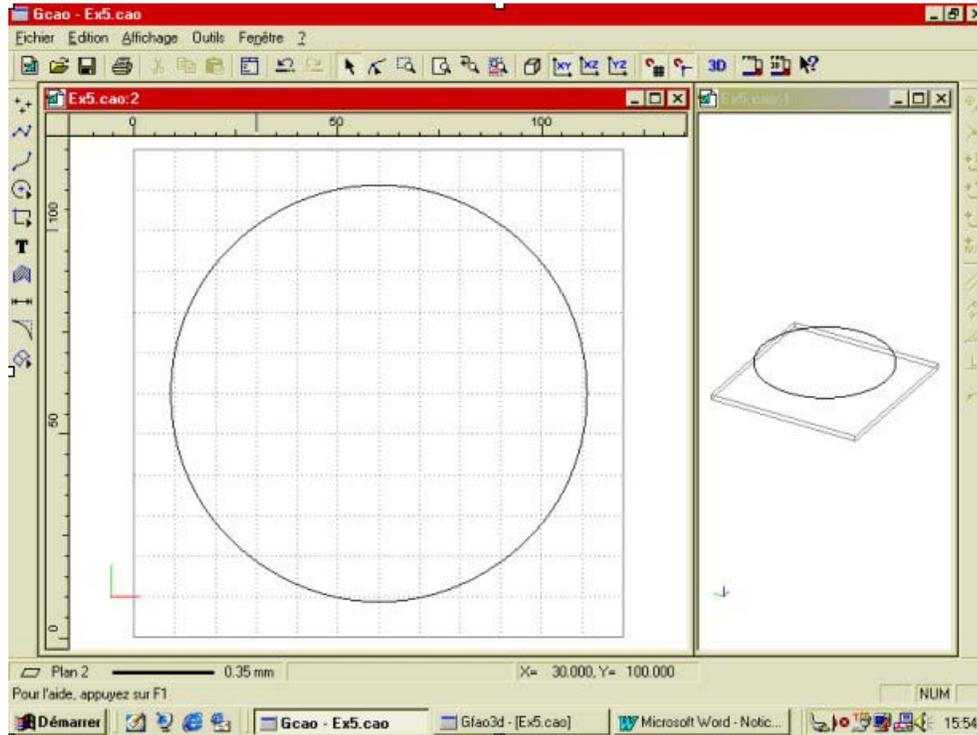
Cliquez sur « propriété » et dans l'onglet « dessin », choisissez « plan2 ».  
Sélectionnez la surface de l'assiette.

Cliquez sur : « extraire les bords » du menu « outils ».

Désactivez ensuite le plan « dessin » sur lequel est la surface et sur le plan visible, supprimez toutes les entités sauf le cercle extérieur.

Réactivez ensuite le plan « dessin » et vérifiez qu'après une sélection globale, il n'y ait que deux objets (la surface et le contour extérieur).





Sauvegardez puis cliquez sur l'icône « FAO3D ». 

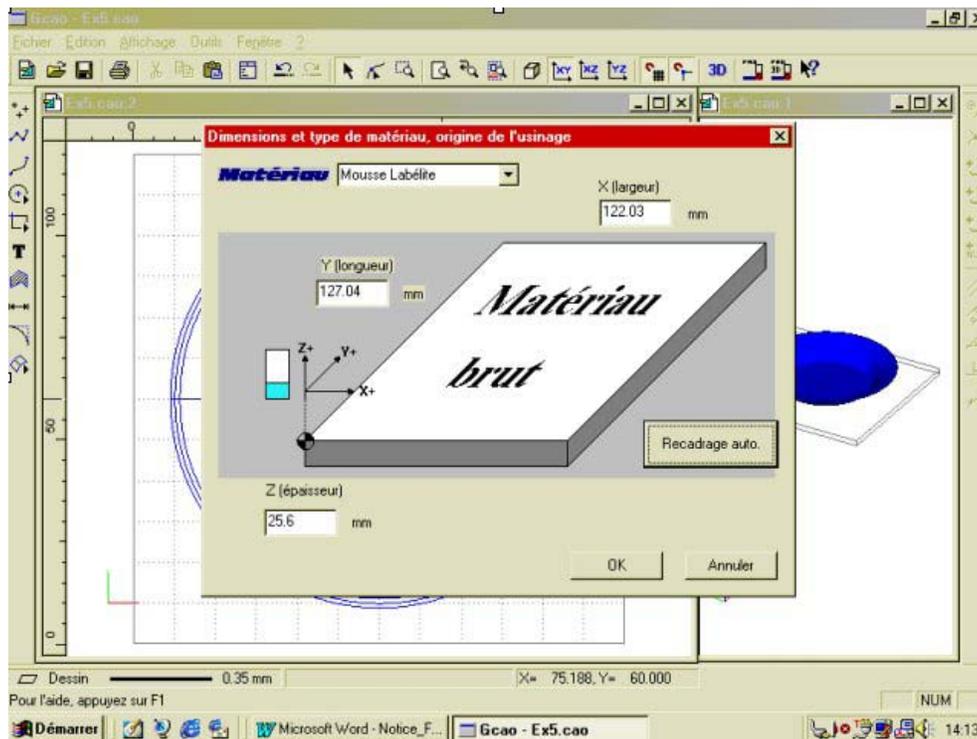
Vous pouvez utiliser le matériau que vous souhaitez pour réaliser cet usinage. Pour cet exemple, nous prendrons de la mousse Labellite.

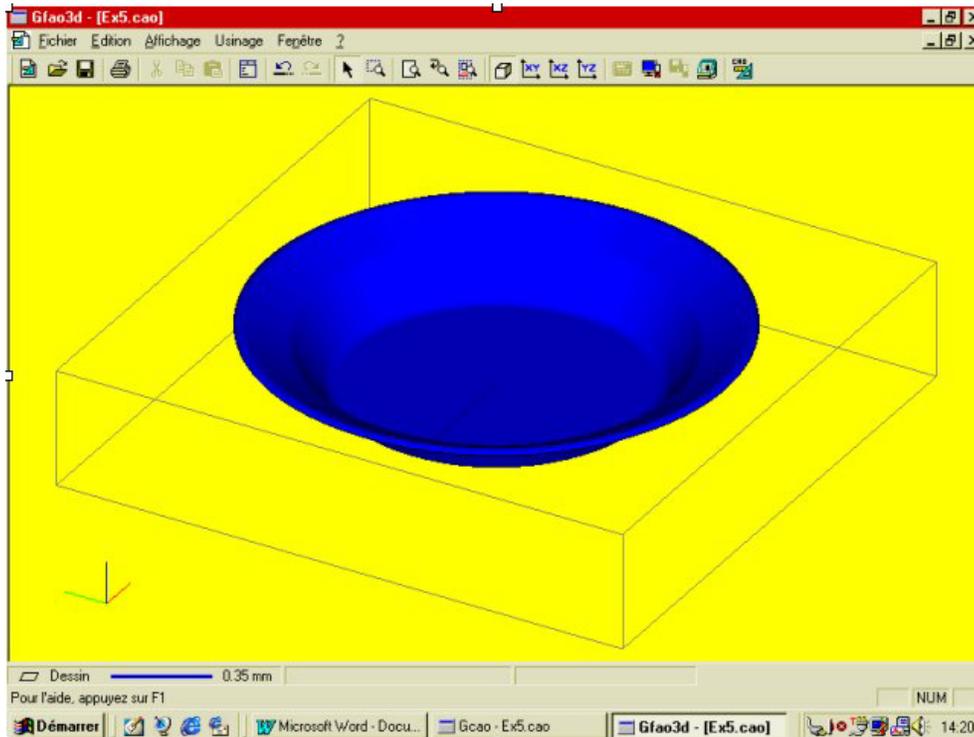
Choisissez le matériau : « mousse Labellite ».

Cliquez sur : « recadrage auto ».

Validez par : « OK ».

Vous retrouvez votre dessin dans le module de FAO intégré dans le brut et en perspective.

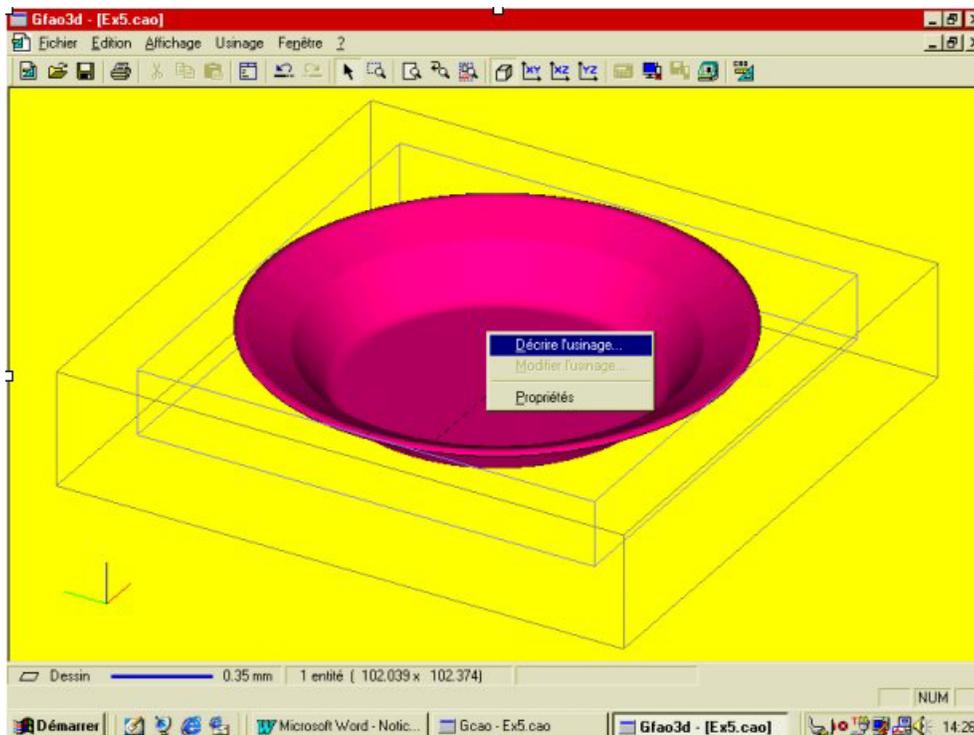




Sélectionnez la surface ainsi que le contour filaire en utilisant la fonction « sélection tout » ou le raccourci « barre espace ».

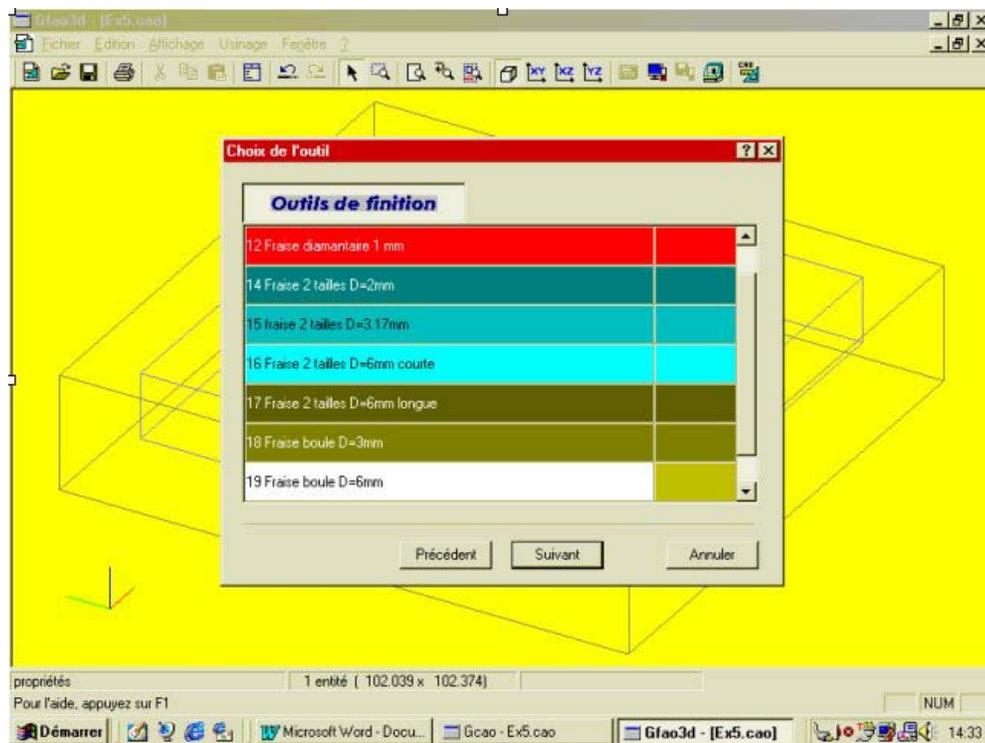
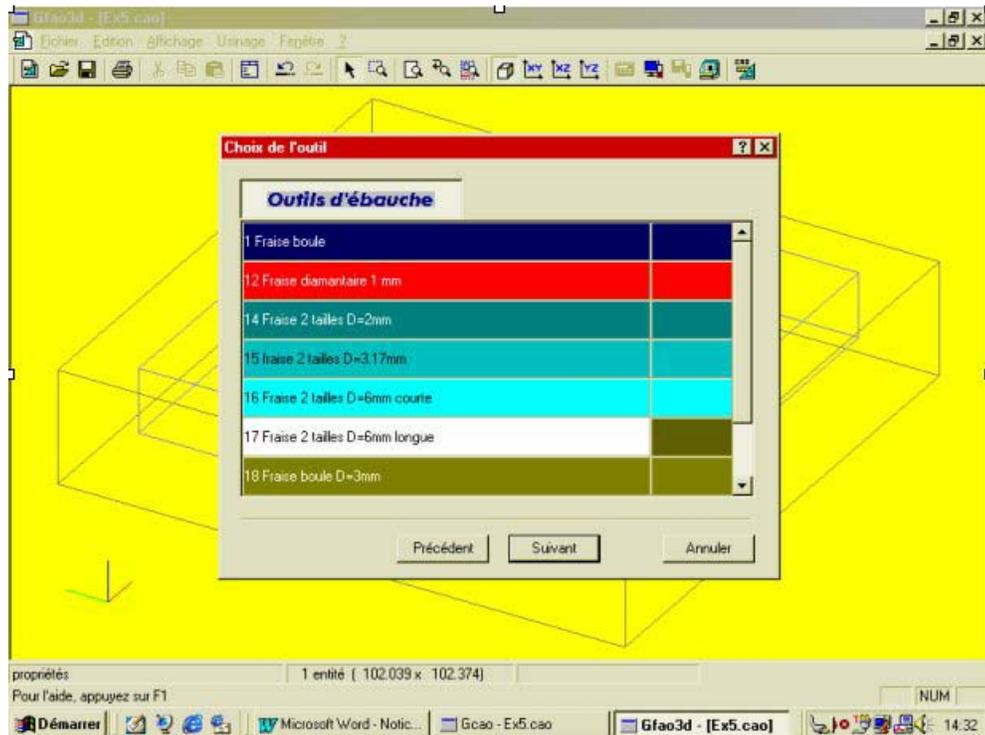
Cliquez sur « décrire l'usinage » du menu contextuel.

Dans la première, fenêtre cliquez sur : ébauche + finition.



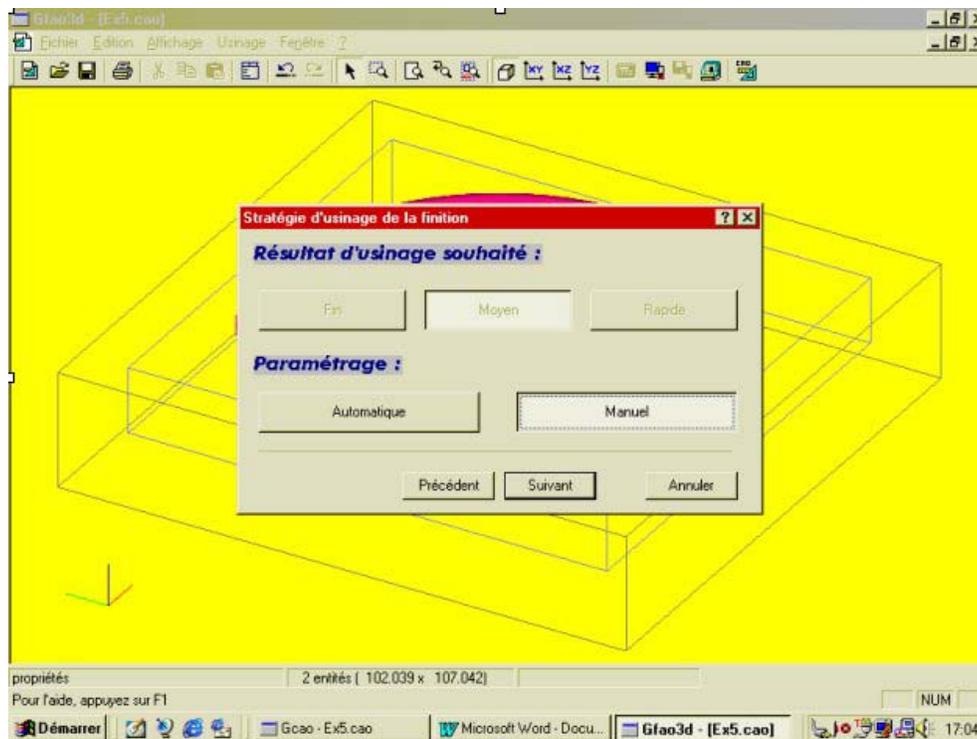
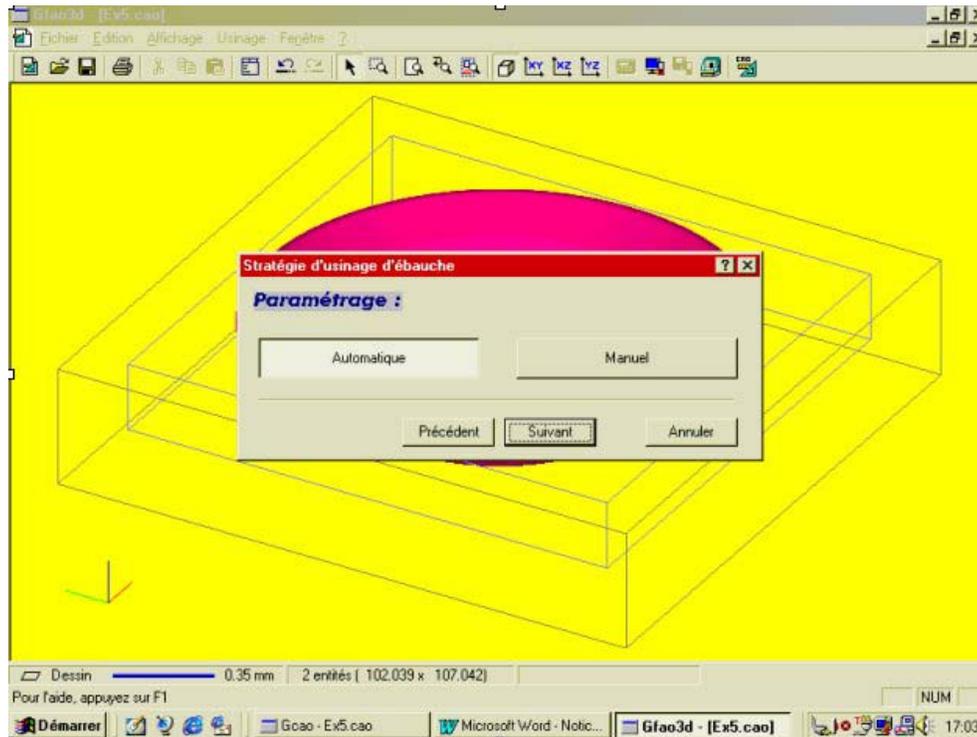
Choisissez l'outil d'ébauche : N°17 fraise 2 tailles de 6, longue.

Puis l'outil de finition : N° 19 fraise boule de 6.

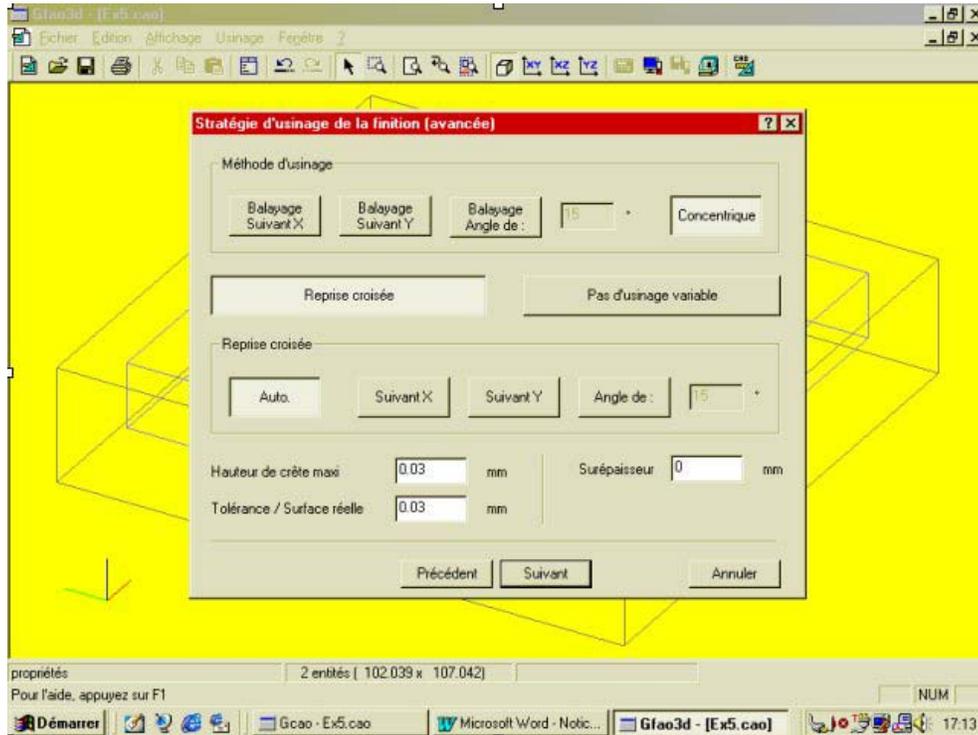


Choisissez dans la fenêtre suivante la stratégie d'ébauche automatique et cliquez sur: « suivant ».

Dans la fenêtre suivante, choisissez une stratégie de finition manuelle et cliquez sur : «suivant ».



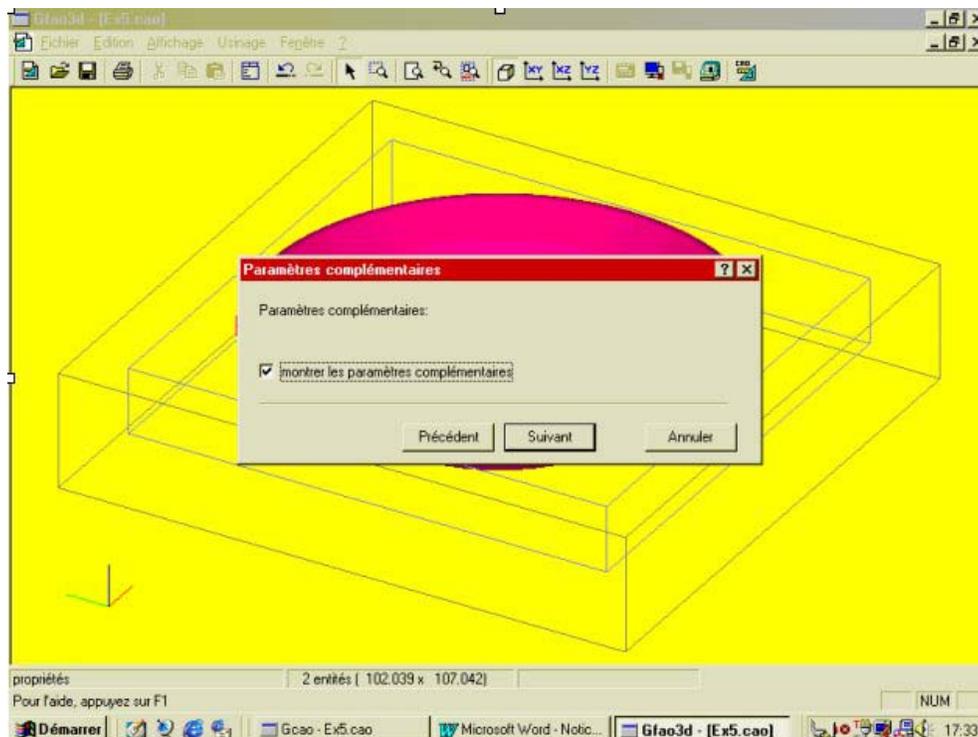
Dans la fenêtre suivante (paramètres manuels de finition), vous allez choisir une stratégie d'usinage concentrique, avec une reprise croisée en mode automatique. Vous allez aussi donner une valeur de hauteur de crête et de tolérance à la surface réelle de 0.03 mm. Puis cliquez sur « suivant ».

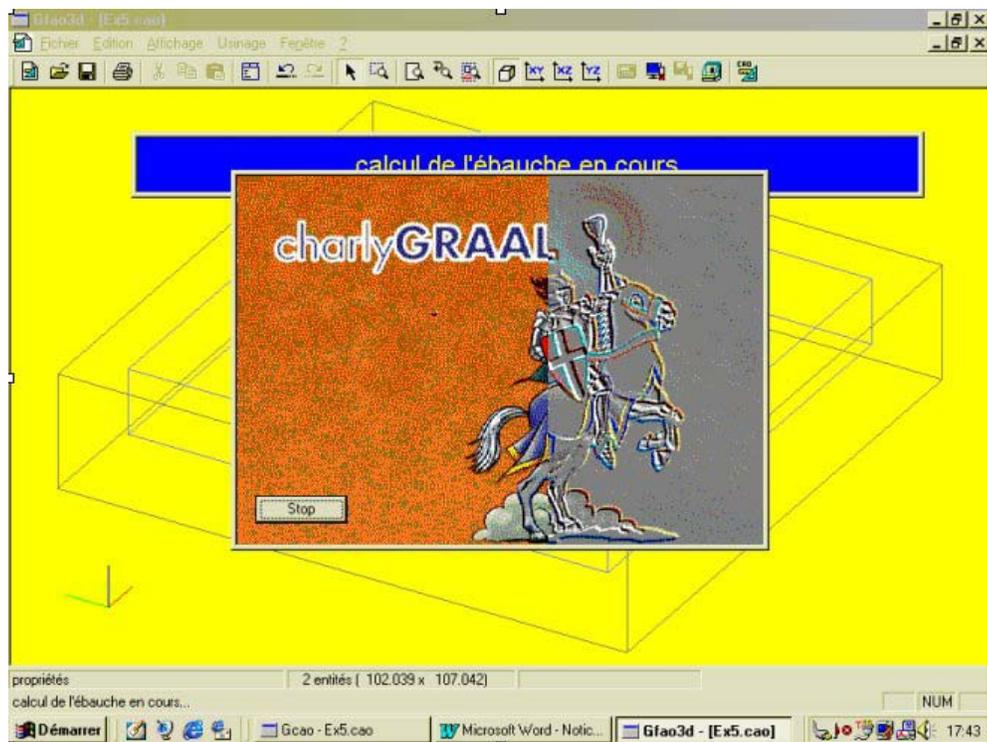
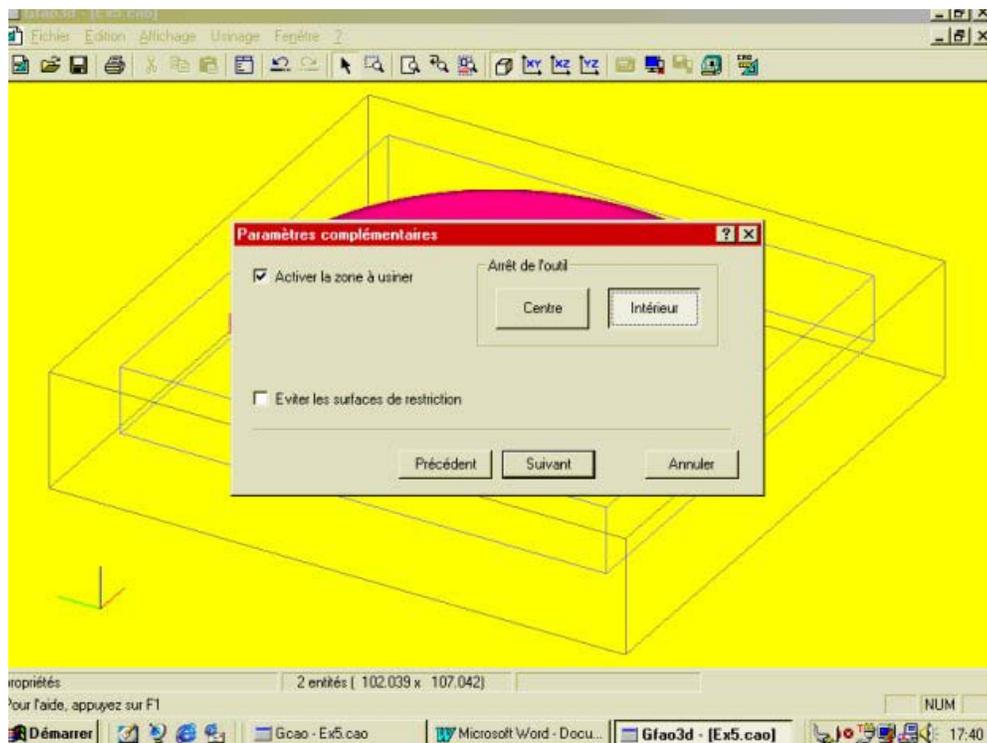


La fenêtre suivante vous demande d'afficher ou non les paramètres complémentaires. Si cette fenêtre n'apparaît pas, c'est qu'elle est désactivée ; dans ce cas, il faut aller dans le sous-menu « Préférence » du menu « Affichage » puis, choisir l'onglet « Avancés » puis le bouton « Global », et enfin il faut cocher la fonction « Montrer la boîte de dialogue : paramètres avancés ».

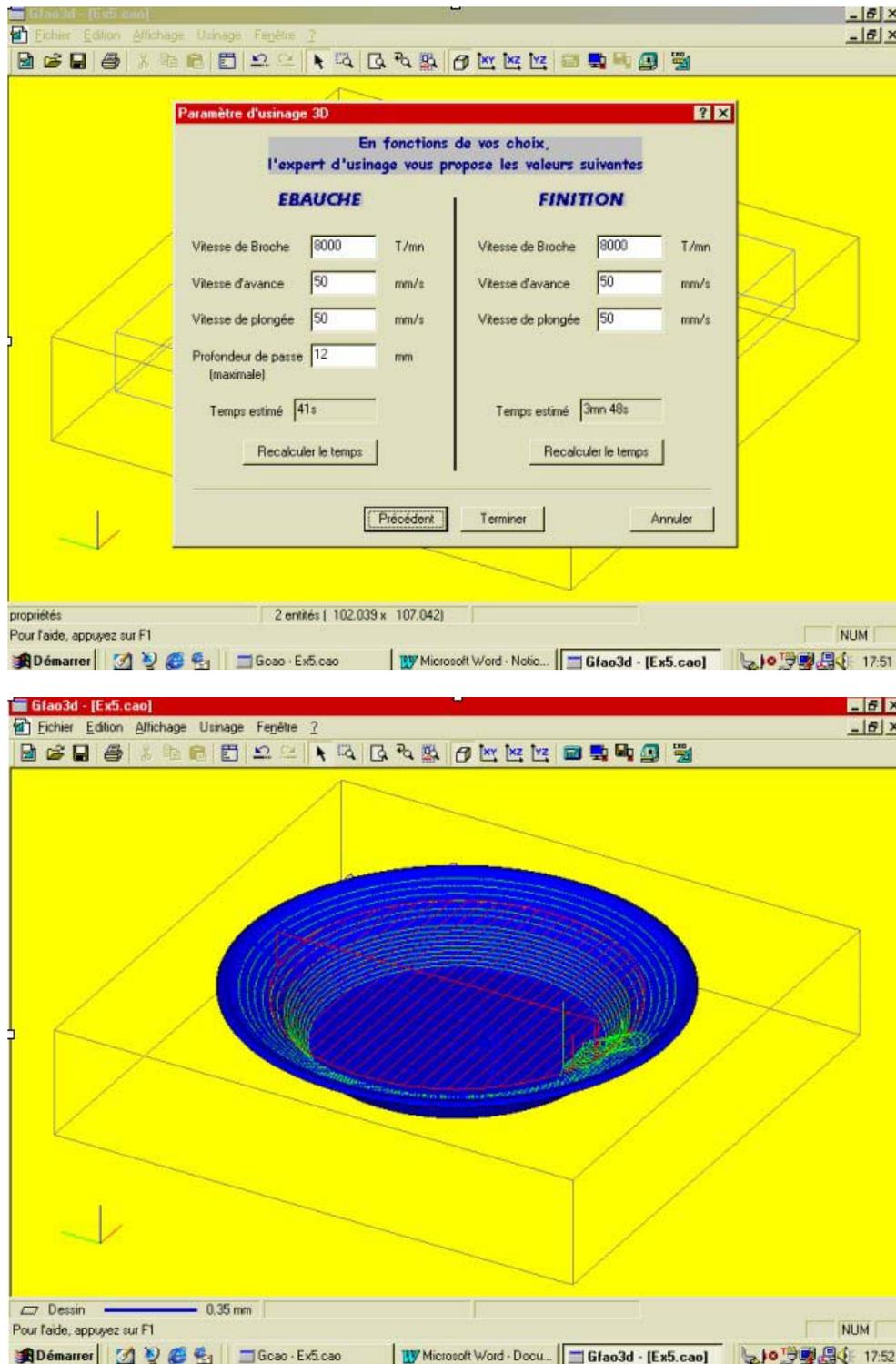
Cliquez sur « montrer les paramètres complémentaires » puis sur « suivant ».

Dans la fenêtre suivante, cliquez sur : « activer la zone à usiner » et choisissez « intérieur » puis cliquez sur « suivant » ce qui provoquera le lancement du calcul.

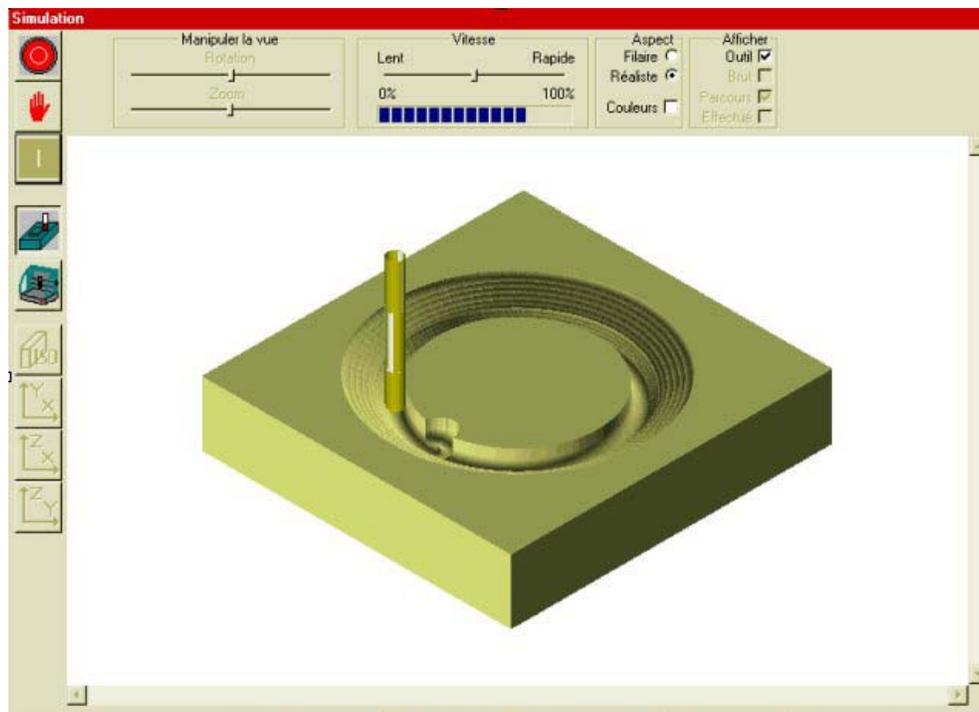
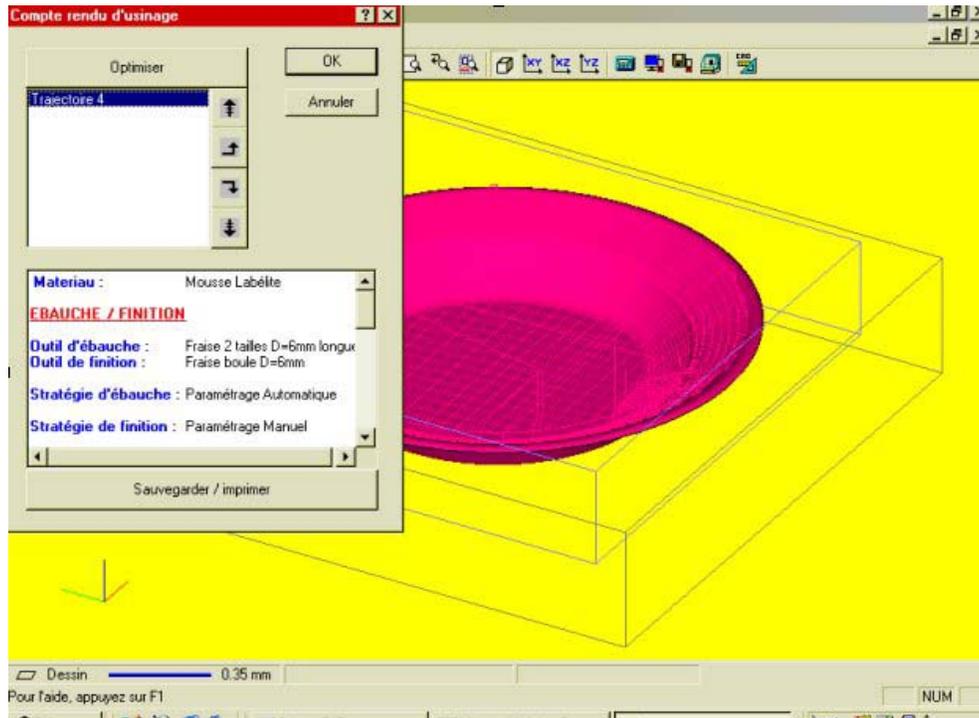




La fenêtre suivante vous donne les valeurs d'usinage en Ebauche et en Finition avec les temps estimés d'usinage. Cliquez sur terminer pour afficher les parcours d'usinage.



Avant d'usiner l'assiette par la méthode habituelle, vous pouvez visualiser et imprimer le compte-rendu d'usinage qui vous rappelle les stratégies et les valeurs d'usinage utilisée ; il est aussi conseillé de réaliser une simulation. Attention : quand vous lancerez l'usinage, l'épaisseur du brut qui sera affichée dans le pilote sera celle calculée par le recadrage automatique soit environ : 25.56 mm ; il vous faudra saisir à la place de cette valeur l'épaisseur réelle du brut que vous utilisez.



## 10.0 FAO GRAAL 3D 3

### 10.1 Exemples d'usinage 3D.

Afin de vous aidez à utiliser FAO GRAAL 3D nous vous proposons de réaliser les trajectoires d'usinage des fichiers 3D que vous avez réalisés dans le module de CAO.

### 10.2 Deuxième exercice : Plumier

Dans le module de CAO, ouvrez le fichier du plumier que vous avez normalement nommé : « Ex6.CAO »  
A ce stade de l'utilisation du logiciel, vous pouvez, si vous le souhaitez, utiliser le matériau, les outils et les stratégies que vous voulez et qui peuvent donc être différents de ceux utilisés dans cet exemple.

Dans cet exercice, vous n'utiliserez pas la fonction de calcul automatique du brut ; vous allez donc dans la CAO positionner manuellement les surfaces dans le volume de brut.

En CAO, ouvrez le fichier « Plumier » qui doit normalement se nommer : Ex6.cao.

Sélectionnez l'ensemble des surfaces et faites leur effectuer une translation de :  $Z = -11$  de façon à placer le haut de ces surfaces à 1 mm à l'intérieur du brut en partie haute.

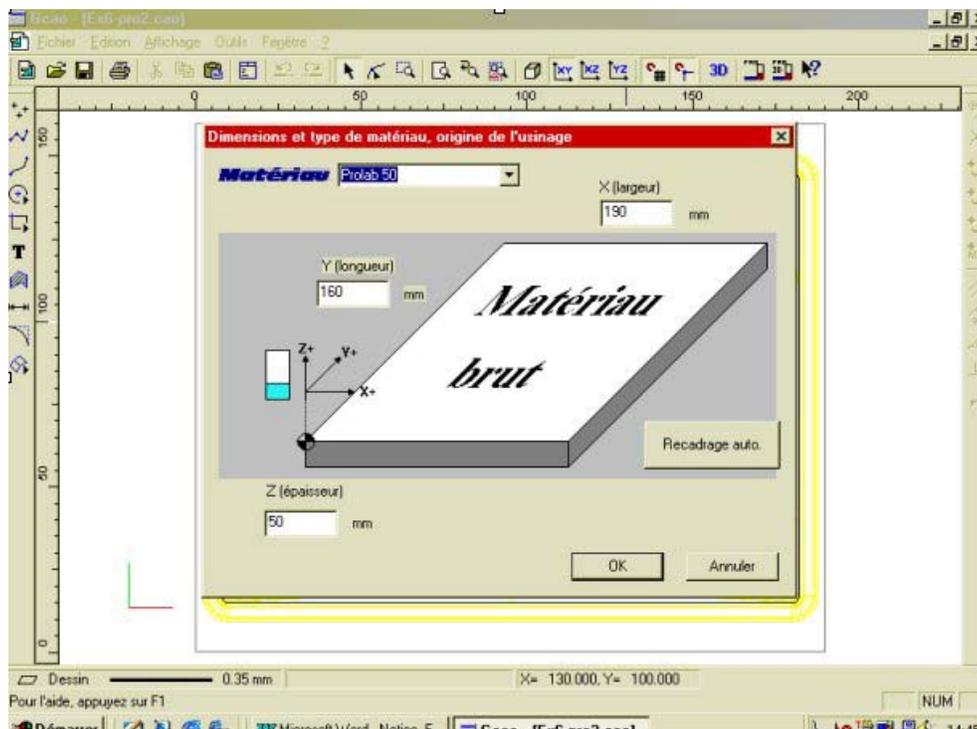
Activez ensuite tous les plans et cliquez sur l'icône : FAO3D après avoir enregistré le fichier.

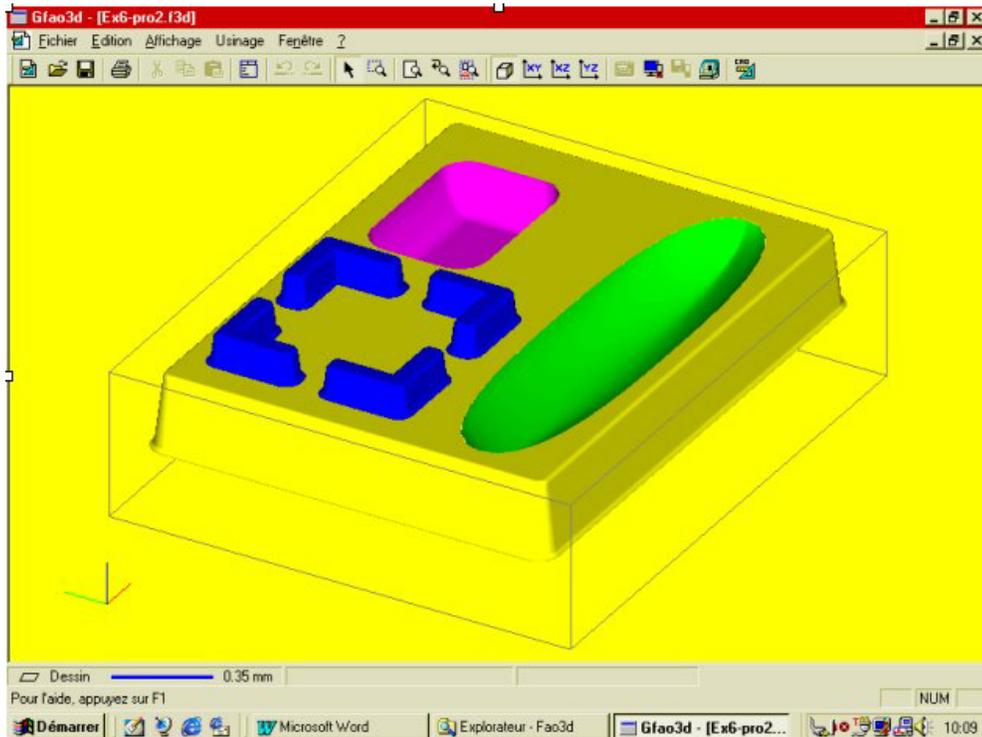
Votre fichier est transféré dans le module de FAO, et la première fenêtre d'informations sur le matériau apparaît.

Choisissez le matériau : Prolab 50.

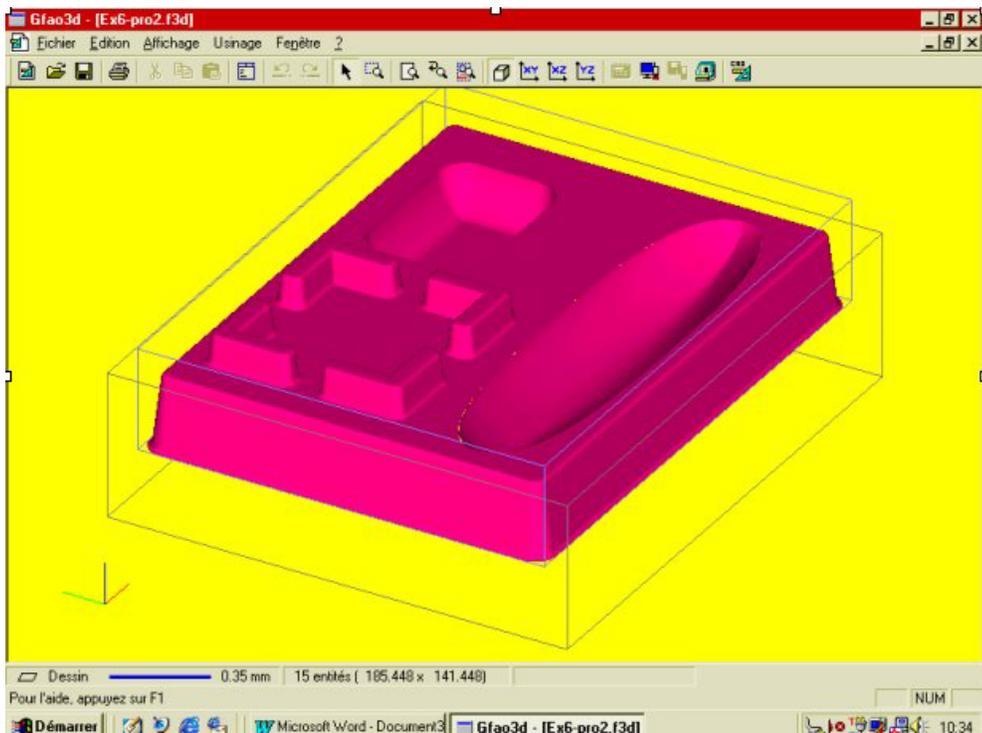
Ne cliquez pas sur : « recadrage auto ».

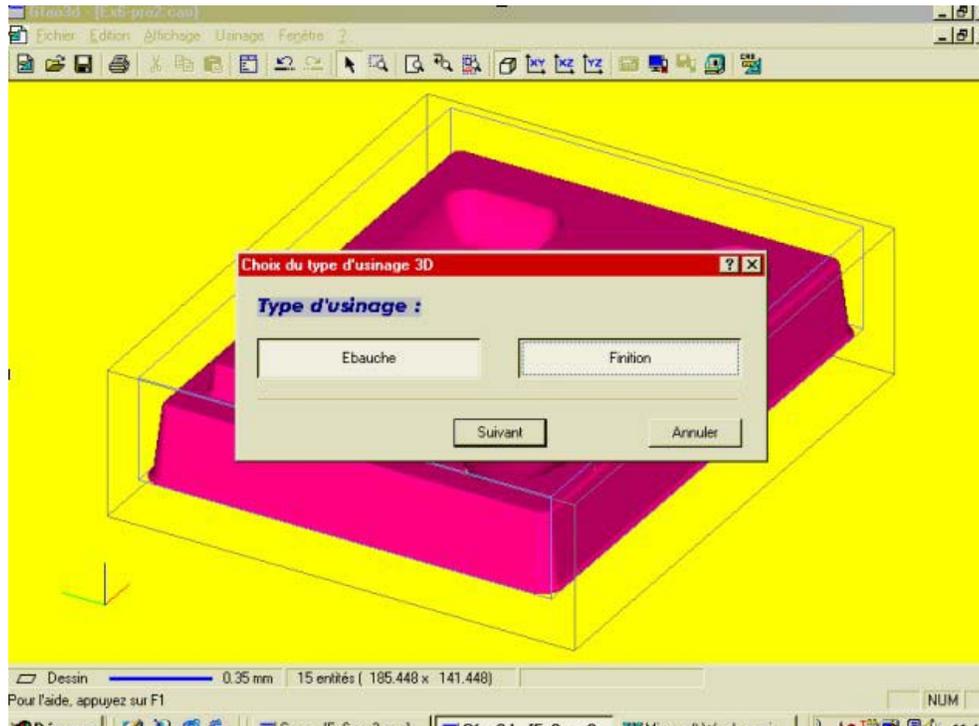
Après validation, votre dessin apparaît en vue perspective.



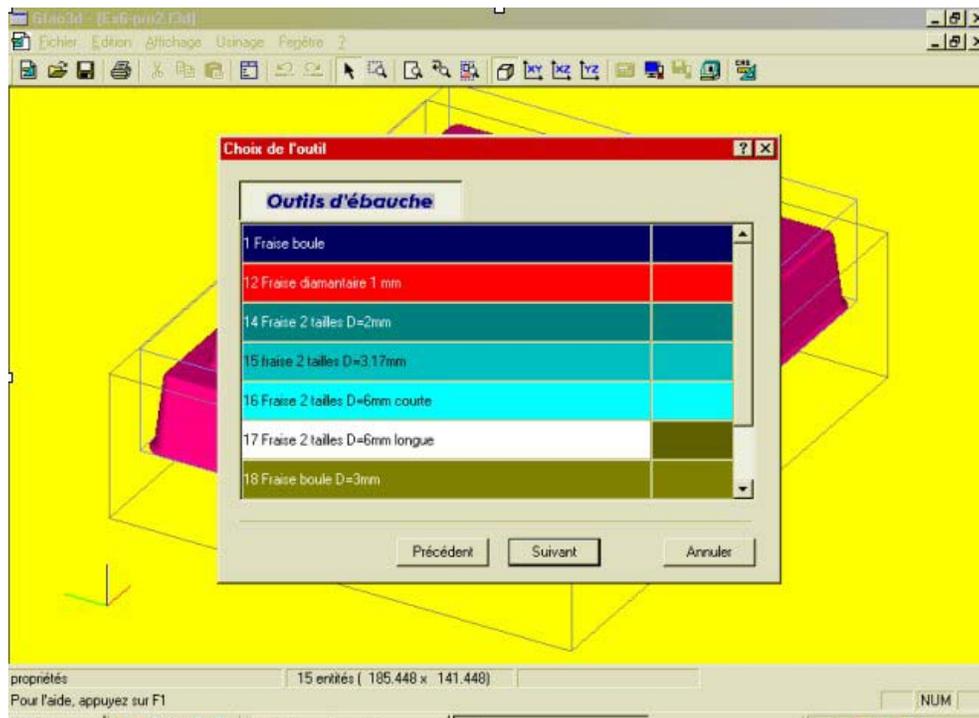


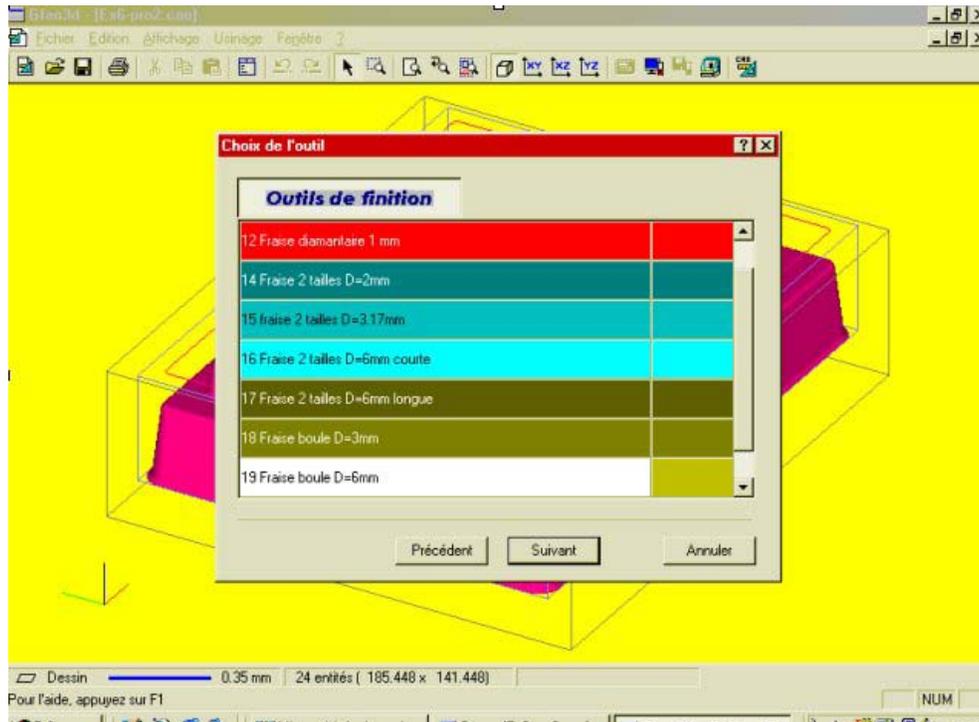
Sélectionnez la totalité des surfaces (raccourci = barre espace).  
Puis ouvrez le menu contextuel : « décrire l'usinage ».  
Dans la première, fenêtre cliquez sur : Ebauche et sur : Finition.



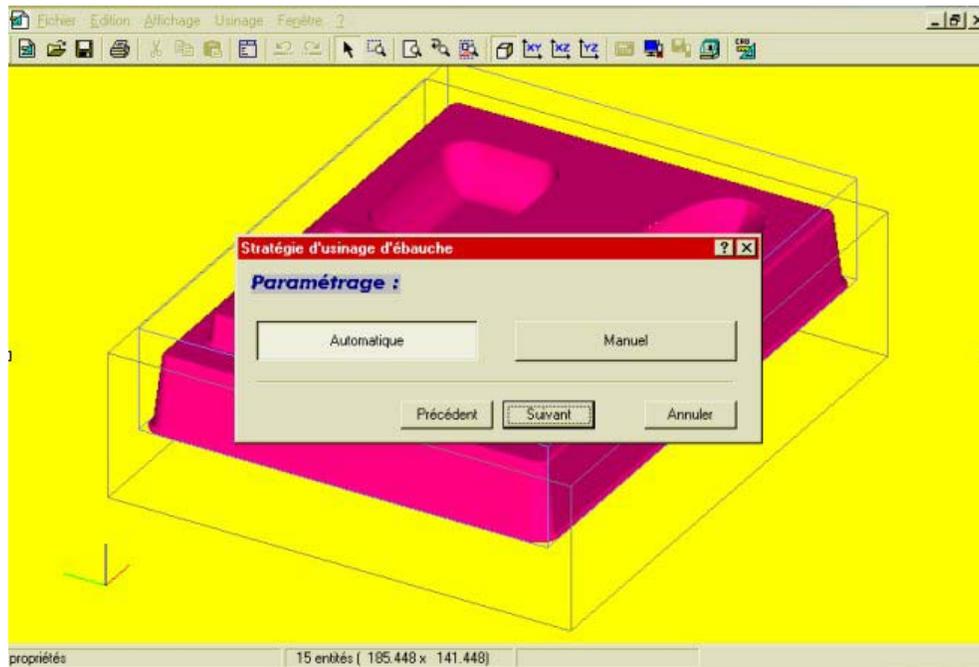


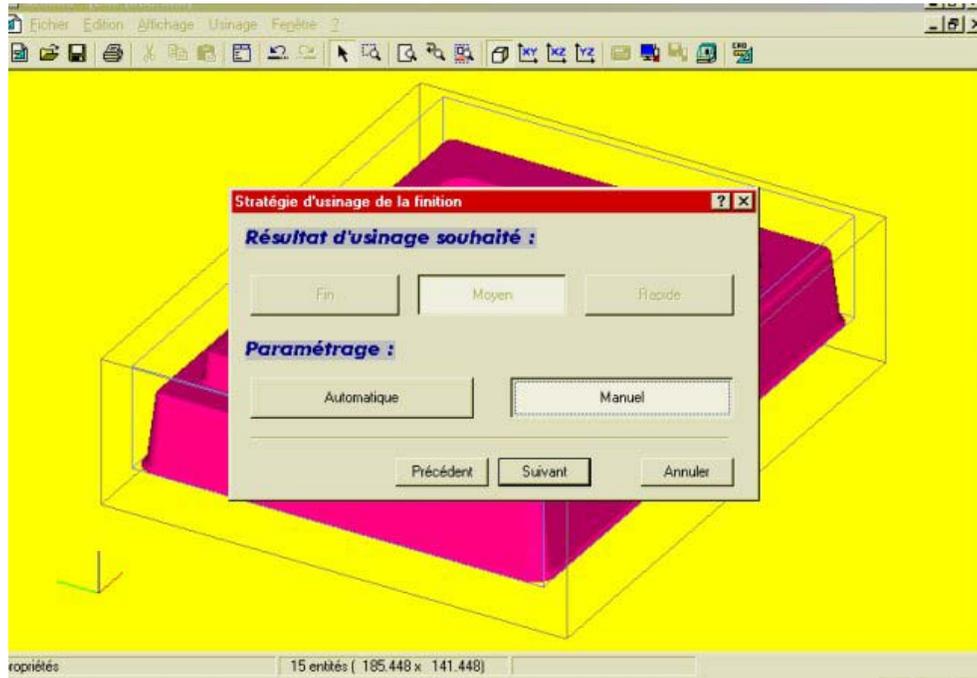
Choisissez l'outil d'ébauche : N° 17 fraise 2 tailles de 6, longue.  
 Choisissez l'outil de finition : N° 19 fraise boule de 6.





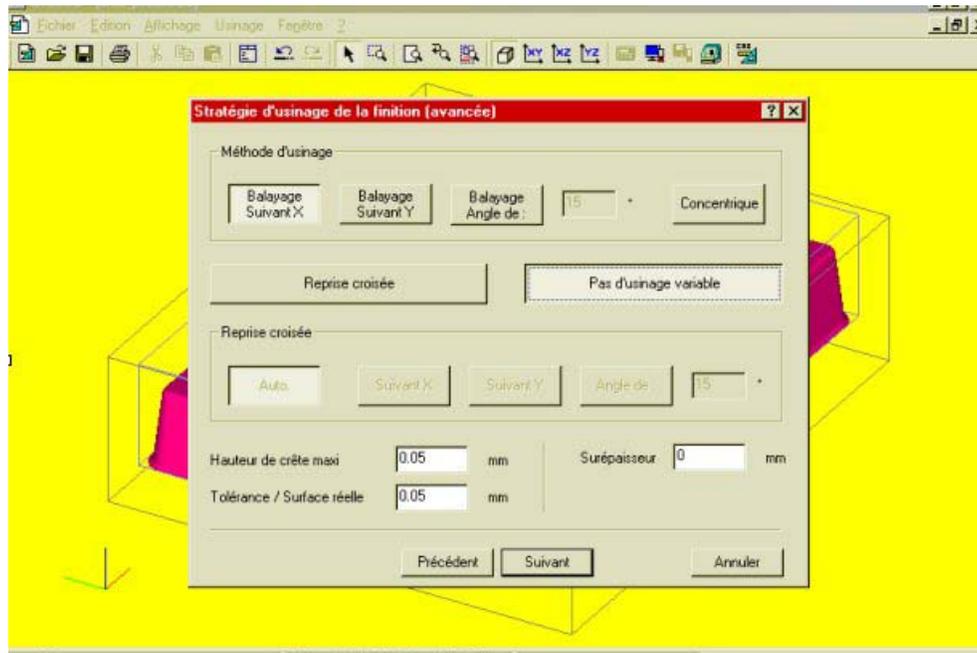
Choisissez la stratégie d'ébauche : Automatique.  
Choisissez la stratégie de finition : Manuelle.

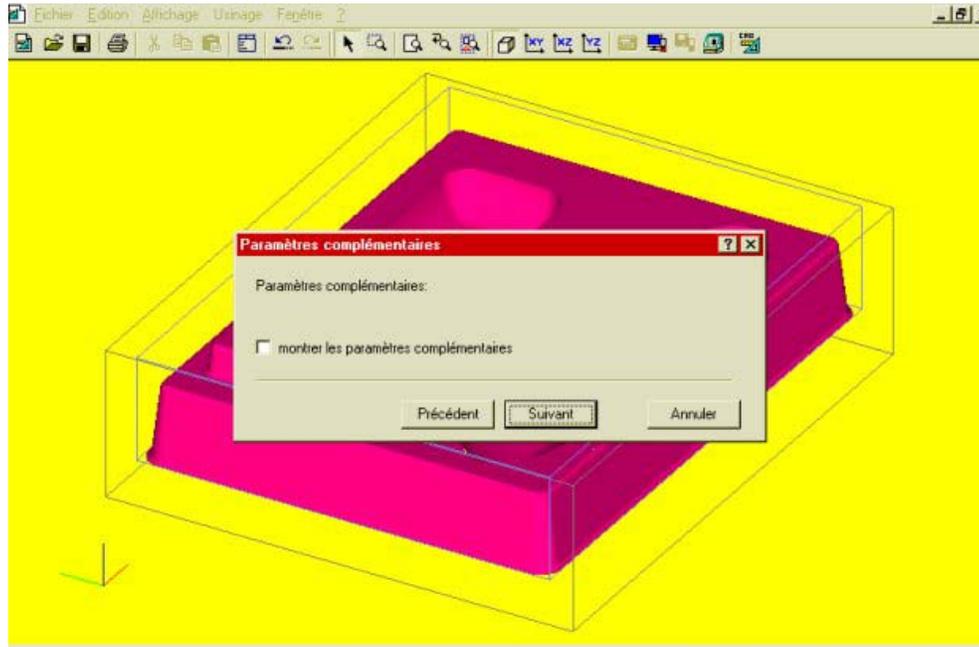




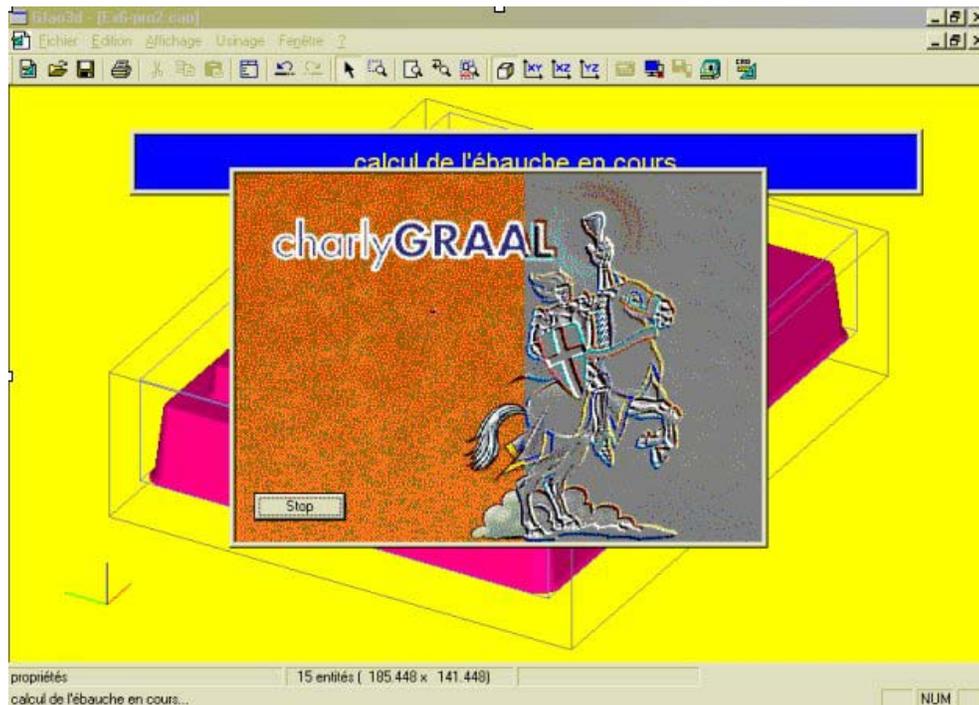
Comme vous avez choisi une stratégie de finition manuelle, la fenêtre suivante vous demandera de choisir vous-même les paramètres. Pour cet exemple, vous utiliserez les paramètres par défaut, en rajoutant la fonction : « pas d'usinage variable ».

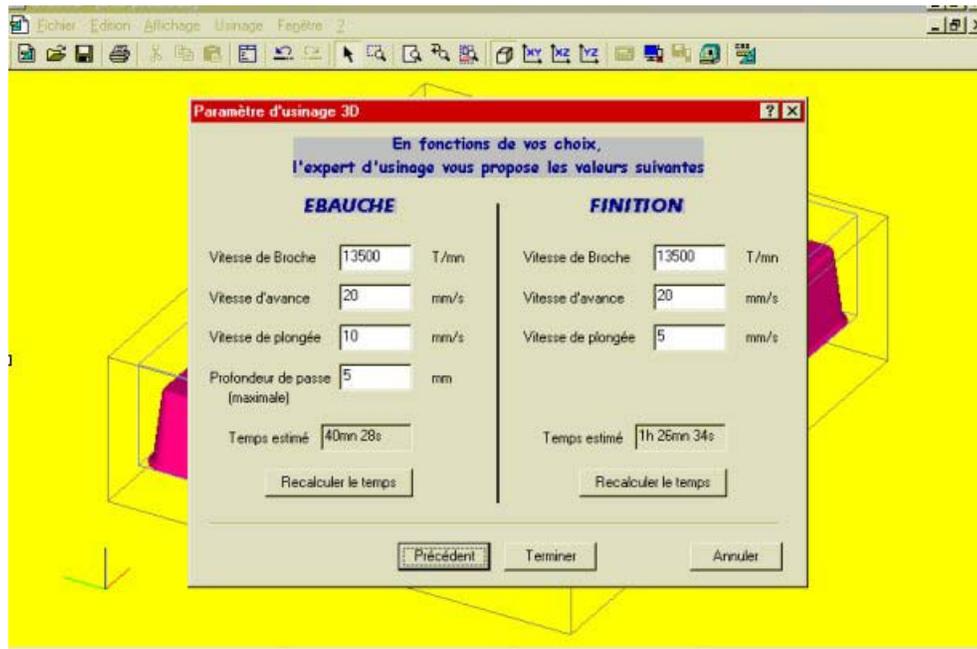
Dans la fenêtre : « stratégie manuelle » cliquez sur : « pas d'usinage variable » puis sur « suivant ».  
Validez la fenêtre suivante sans demander à voir les paramètres complémentaires.



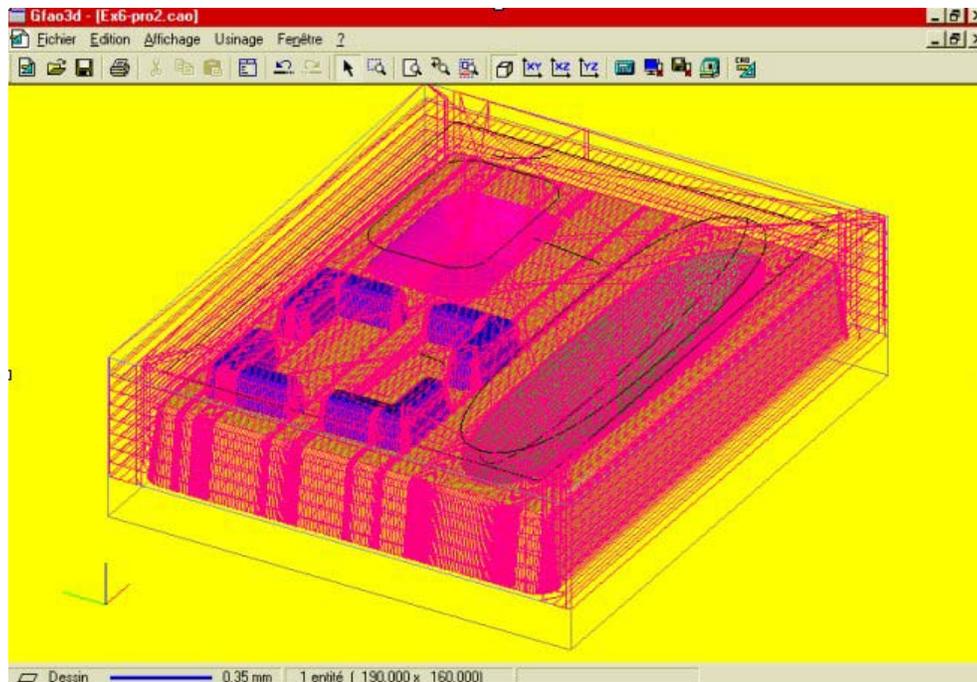


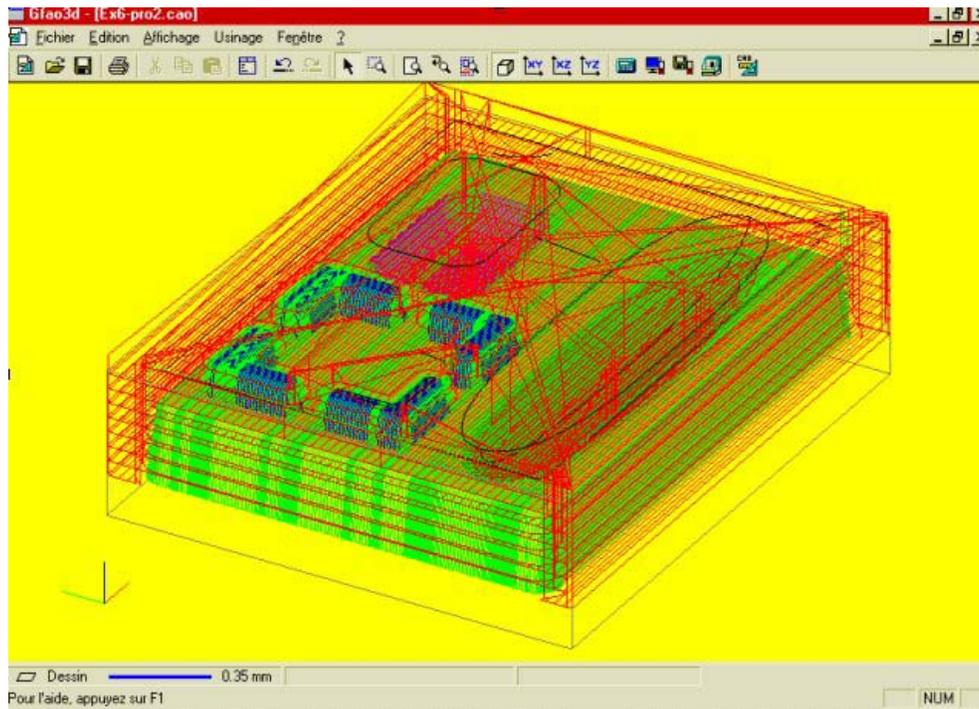
Après validation de cette dernière fenêtre le calcul sera lancé. En fonction des performances de votre PC, ce calcul pourra prendre plusieurs minutes.  
Une fois le calcul terminé, la fenêtre des valeurs d'usinage apparaît. Vous pouvez, si vous le souhaitez, modifier les paramètres de coupes calculés automatiquement par le logiciel, mais cela implique que vous ayez des connaissances en la matière.





Cliquez sur : « terminer » et les trajectoires seront affichées en mode sélection. Vous pouvez les désélectionner en cliquant à côté des surfaces.

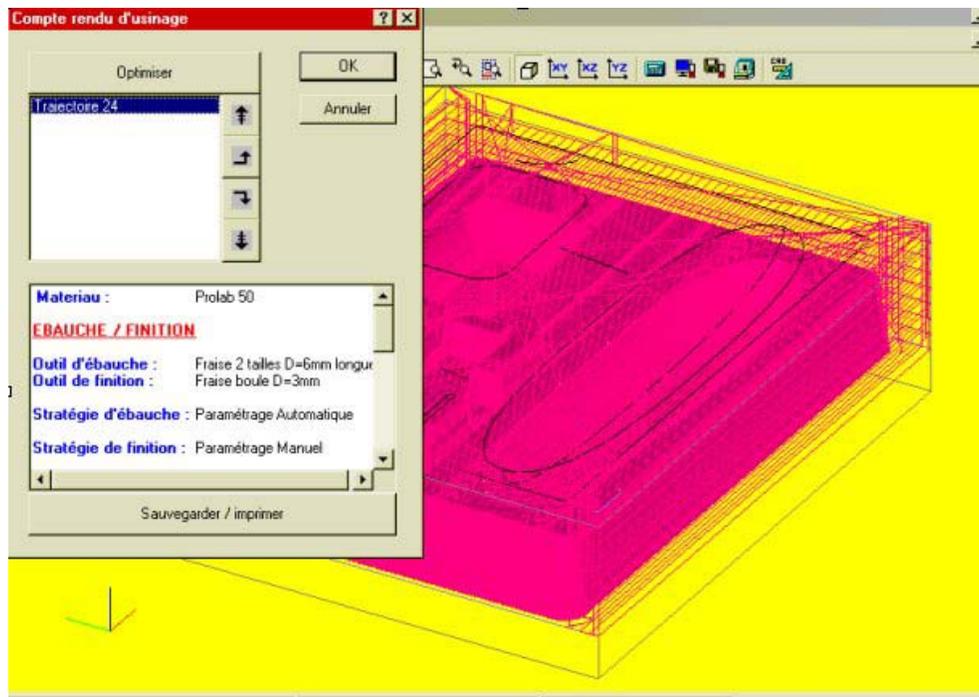


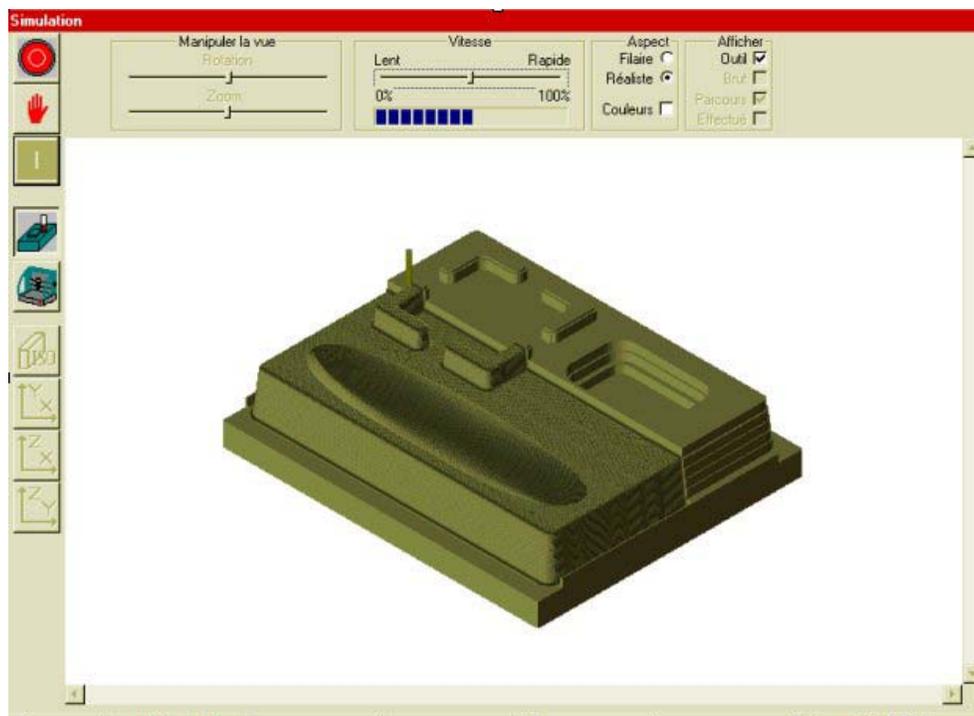
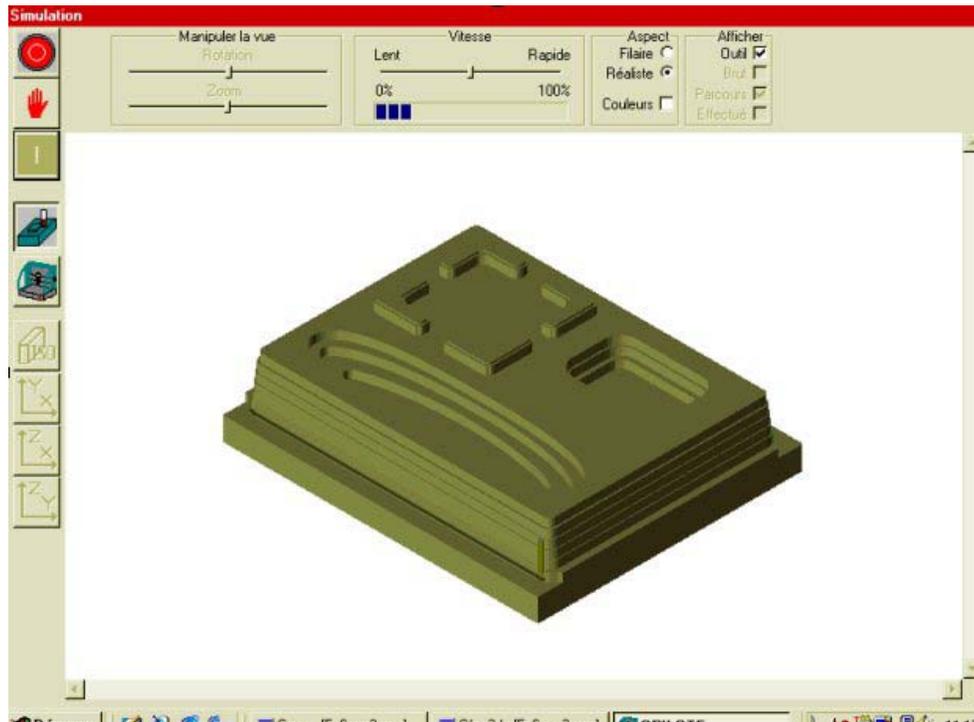


Avant d'usiner le Plumier par les méthodes habituelles, vous pouvez visualiser et imprimer le compte-rendu d'usinage qui vous rappelle les outils, les

stratégies et les valeurs d'usinages utilisés.

Il est aussi conseillé avant l'usinage de réaliser une simulation.





Comme il vous sera précisé dans le compte-rendu, l'usinage pourra en fonction du matériau utilisé durer plus d'une heure. Prenez aussi garde aux sorties d'outils qui doivent être obligatoirement supérieures à la hauteur maxi des surfaces à usiner.



## Contrat de licence du produit logiciel charlyGRAAL

Par sécurité inscrivez ici le numéro de licence qui est collé sur la deuxième de couverture du classeur	
---	--

### Contrat de licence du produit logiciel charlyGRAAL

#### **Octroi de licence:**

Moyennant le paiement des frais de licence inclus dans le prix du logiciel, le droit non exclusif d'utiliser cet exemplaire d'un logiciel *Charlyrobot* sur un micro-ordinateur à condition que les termes de la licence soient respectés.

#### **Droit de propriété:**

Le logiciel charlyGRAAL n'est pas vendu mais concédé sous licence. Le détenteur de la licence est le propriétaire du support magnétique, ou autre, sur lequel le logiciel est initialement ou subséquentment enregistré. Charlyrobot conserve le droit de propriété du logiciel enregistré sur le ou les disques d'origine ainsi que toutes les copies faites sous quelque forme, support et sous quelques techniques d'enregistrement que ce soit. La licence ne constitue pas une vente du logiciel d'origine ou de toute copie éventuelle.

#### **Limite de reproduction:**

Le logiciel *Charlyrobot* et sa documentation sont protégés par les droits d'auteur. Toute reproduction non autorisée du logiciel, y compris sa modification, sa fusion, ou son inclusion dans un autre, y compris de la documentation d'accompagnement est strictement interdite.

#### **Copie de sauvegarde:**

Sous réserve de restriction ci-dessus, le détenteur du logiciel est autorisé à faire une copie de sauvegarde du logiciel. L'avis de Copyright devra être reproduit et affiché sur la copie de sauvegarde effectuée.

#### **Limites d'utilisation:**

Le détenteur de la licence d'un logiciel *Charlyrobot* peut transférer physiquement le logiciel d'un ordinateur sur un autre, à la condition que le logiciel ne soit exploité que sur une machine à la fois. Les transferts au moyen de techniques de télécommunication ou autre visant à contourner la protection, et la distribution à des tierces personnes de copies du logiciel ou de reproduction de la documentation sont interdits.

Toute adaptation, modification, opération de "Debug", désassemblage, décompactage, décompilation ainsi que toute traduction sont interdits sans une autorisation écrite de *Charlyrobot*. Ce logiciel ne peut être revendu, sa commercialisation est assurée exclusivement par charlyrobot.

#### **Transfert de licence:**

La licence d'utilisation n'est accordée qu'à l'acquéreur du logiciel. Le transfert de licence n'est possible qu'avec l'accord écrit de la société *Charlyrobot*.

#### **Résiliation de la licence:**

La licence d'utilisation est unilatéralement annulée par *Charlyrobot* pour toute violation par le détenteur de la licence du logiciel, des conditions ci-dessus exprimées.

#### **Garantie:**

Le logiciel *Charlyrobot* est livré sur support magnétique accompagné de sa documentation. *Charlyrobot* garanti que les exemplaires du logiciel livrés sont exempts de tout défaut dû à la matière des supports magnétiques ou à l'enregistrement des données, et ce dans des cas normales d'utilisation et de stockage par l'utilisateur. Cette garantie s'applique à partir de la date de livraison du produit, attesté par un bon de livraison, pour une durée de 120 jours. La responsabilité de *Charlyrobot* se limitera à fournir en cas de dommage constaté et dans la limite de garantie citée, un nouvel exemplaire du produit, sous réserve que les originaux soient retournés à *Charlyrobot*. La garantie ne pourra donner lieu à un remboursement.

**Limite de garantie:**

L'acquéreur de ce logiciel reconnaît qu'il est seul responsable de son choix pour atteindre les résultats escomptés, de la mise en oeuvre du logiciel, de son utilisation et des résultats effectivement obtenus. Aucune responsabilité ne saurait être attribuée au logiciel, à son auteur ou à son distributeur pour des dommages directs ou indirects provoqués par son utilisation, notamment sur un système informatique, sur un de ses éléments périphériques ou sur les données qui y sont stockées, sur un robot d'usinage, sur tout objet matériel ou immatériel manipulés volontairement ou non par ce robot ou ce système informatique.

**Mises à jour du logiciel:**

Les mises à jour du logiciel seront proposées aux acquéreurs de logiciels *Charlyrobot* sous réserve du paiement des droits éventuels de mise à niveau, et après certification de leur acquisition du logiciel d'origine (bon de livraison) et/ou retour de l'original pour échange.

**Charlyrobot SA  
BP22  
F74350 - Cernex**

**Internet: <http://www.charlyrobot.com>  
E-mail : [charlyrobot@charlyrobot.com](mailto:charlyrobot@charlyrobot.com)**