

Cycle d'usinage

Edition des trajectoires



Préface

Ce document présente l'éditeur de trajectoires de **SYNAPXIS** (version 2.7.0). Ce module optionnel permet d'éditer le cycle d'usinage d'une référence et de régler les différentes trajectoires.

Le Locle, août 2013

HE-Arc/IHC/UR-LPR

Table des matières

Préface	iii
1 Introduction	1
1.1 Interface	2
1.2 Cycle d'usinage	2
2 Trajectoires	5
2.1 Description	5
2.2 Importation de trajectoires	6
2.3 Création de trajectoires simples	6
2.4 Gestion des trajectoires	6
2.5 Opérations géométriques	7
2.5.1 Symétrie	7
2.5.2 Miroir	7
2.5.3 Décalage	7
2.5.4 Homothétie	7
2.5.5 Inversion du sens de la trajectoire	8
2.5.6 Fermeture de la trajectoire	8
2.5.7 Départ à la sélection	8
2.6 Opérations sur les points de la trajectoire	8
2.7 Opérations sur les vecteurs normaux	8
2.7.1 Inversion	8
2.7.2 Plan normal...	8
2.7.3 Rotation...	8
2.8 Mode d'orientation de la trajectoire	9
2.8.1 Suivi de la tangente (Y)	9
2.8.2 Champ d'orientation (Y)	9
2.8.3 Orientation constante	9
3 Cycle d'usinage	11
3.1 Groupe	11
3.2 Step macro	11
3.3 Step trajectoire	12
3.4 Try	12

3.4.1	Connecteurs	12
3.4.1.1	Mise en garde	13
3.4.1.2	Transition automatique en mode réglage	14
3.4.2	Limites	14
3.4.3	Répétitions	14
3.4.4	Entrées/Sorties	15
3.4.4.1	Types d'entrées/sorties	15
3.4.4.2	Accélération	15
3.4.4.3	Vitesse intermédiaire	15
3.4.5	Taux de sampling	15
3.4.6	Orientation du point de contact - usinage 4/6 axes	16
3.4.7	Orientation constante sur frame cylindrique	16
3.5	Paramètres	16
3.5.1	Edition d'un paramètre	17
3.5.1.1	Représentation	17
3.5.1.2	Déplacement du curseur	17
3.5.1.3	Ancres et segments	17
3.5.1.4	Edition des paramètres de plusieurs tries	18
3.6	Action	19
3.7	Fonctions rapides	19
3.8	Divers	19
3.8.1	Importation de données	19
4	Préférences	21
4.1	Trajectoires	21
4.1.1	Orientation par défaut	21
4.1.2	Tolérances	21
4.2	Try et paramètres	21
4.2.1	Taux d'échantillonnage par défaut	21
4.2.2	Limites et valeurs par défaut	22
4.2.3	Incréments du curseur	22
4.2.4	Couleurs des familles	22
4.3	Connecteurs	22
4.3.1	Connecteur d'entrée/sortie	22
4.3.2	Connecteur en mode édition	22
4.3.3	Connecteur en mode pendant	22
4.4	Entrées/Sorties	23
4.5	Divers	23
4.5.1	Step Macro	23
4.5.2	Fonctions rapides	23
4.5.3	Représentation 3D	23
4.5.3.1	Taux d'échantillonnage de la trajectoire	23
4.5.3.2	Facteur d'échelle de l'éditeur de trajectoire	23

CHAPITRE 1

Introduction

Les données du cycle d'usinage sont enregistrées dans le fichier associé de type *.cip et sont directement liées à la référence. Pour pouvoir éditer un cycle d'usinage, il est nécessaire que la *configuration* de la référence soit définie : *TOOL*, *FRAME*, représentation 3D.

Le bouton *Cycle* de la fenêtre principale de **SYNAPXIS** permet d'accéder au cycle d'usinage.

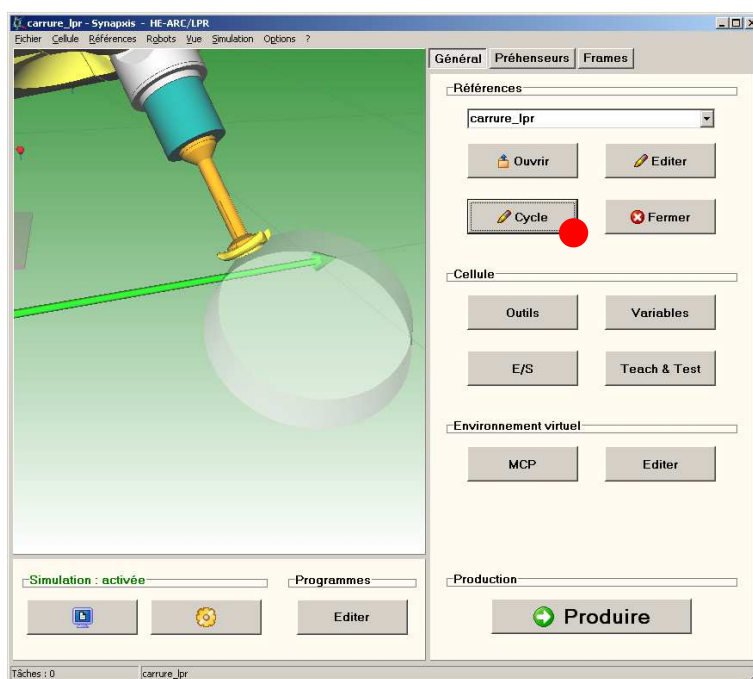


Figure 1.1: Ouverture de l'éditeur du cycle d'usinage

1.1 Interface

L'éditeur de cycle d'usinage permet de définir la gamme opératoire du cycle d'usinage (arborescence chronologique haut-bas), ainsi que les différents éléments qui le composent : *step trajectoire*, *step macro*, *tries*. La vue 3D permet de simuler le cycle dans son ensemble ou partiellement (les steps actions liés aux IOs ne sont pas simulés).

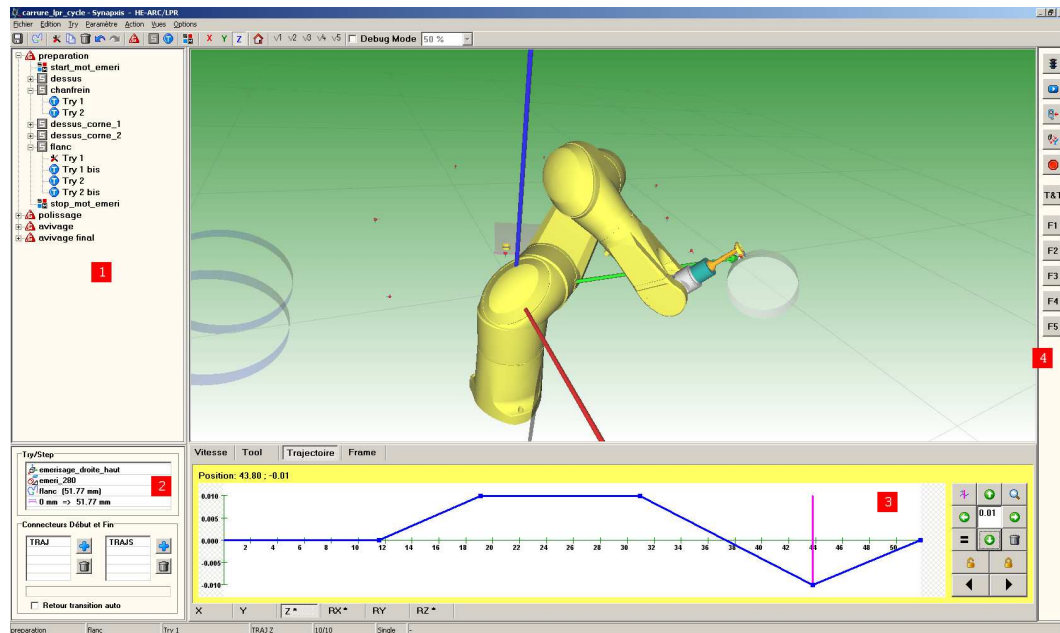


Figure 1.2: Éditeur de cycle d'usinage

1. Arborescence du cycle d'usinage
2. Visualisation et édition des paramètres du step trajectoire
3. Édition des *paramètres* du try
4. Raccourcis pour l'exécution/simulation et Fonctions rapides

1.2 Cycle d'usinage

Le cycle d'usinage est composé des éléments suivants :

Groupe Les steps du cycle d'usinage sont répartis entre un ou plusieurs groupes. Ils sont visibles au niveau du module de *production*. Celui-ci permet notamment de définir différents paramètres propres à chaque groupe du cycle d'usinage, ainsi que d'activer ou non leur exécution.

Step macro Le step macro permet d'exécuter des fonctions macros prédéfinies à différentes étapes du cycle d'usinage. Une des nécessités premières est l'interaction avec les éléments péri-robotiques au travers des IOs de la machine.

Step trajectoire Le step trajectoire spécifie la trajectoire à exécuter, ainsi que le *FRAME* considéré en configuration *pièce portée*. Il regroupe un ou plusieurs *tries*.

Try C'est le try qui définit les paramètres nécessaires à l'exécution du mouvement de trajectoire : vitesse linéaire, *paramètres* de modification/déformation, connecteurs d'entrée et de sortie (mouvements d'approche et de dégagement), entrée/sortie de trajectoire, etc.

Paramètres Les différents paramètres nécessaires au réglage de la trajectoire (vitesse, orientations, déformations).

CHAPITRE 2

Trajectoires

2.1 Description

Les trajectoires sont le point d'entrée pour la réalisation du cycle d'usinage. Elle doivent être créées dans un environnement tiers puis être importées dans l'*éditeur de trajectoires* de **SYNAPXIS**, avant de pouvoir être utilisées dans le cycle d'usinage.

L'éditeur permet également la création de trajectoires simples.

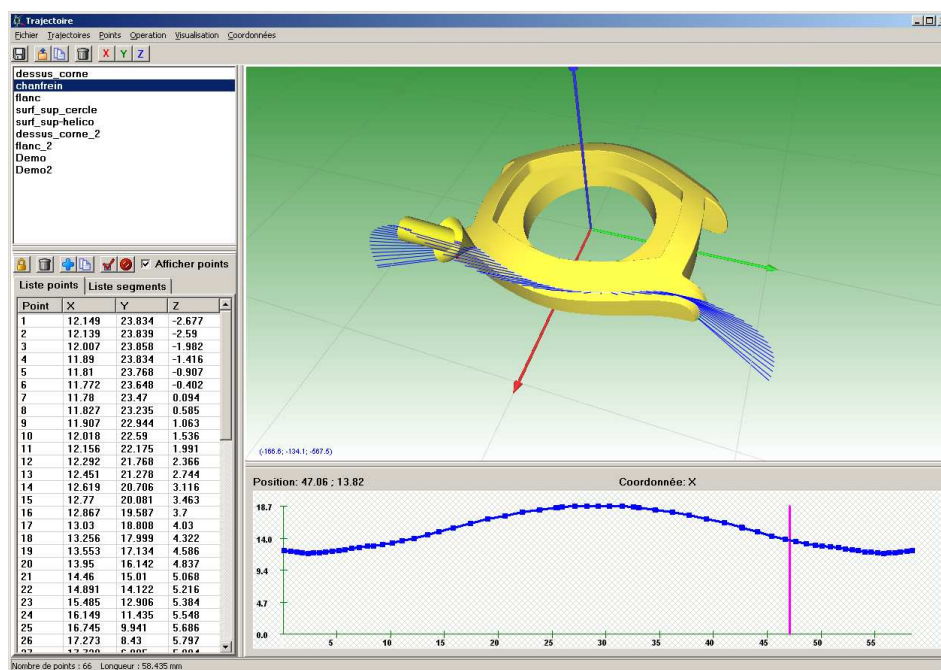


Figure 2.1: Editeur de trajectoires

2.2 Importation de trajectoires

Les trajectoires doivent être générées à l'aide d'un logiciel de *CFAO* tiers, sur la base de modèle CAO de la référence. Elles sont ensuite importées dans l'éditeur de trajectoires, via le menu *Trajectoires/Importer données CL*.

Remarques :

- Les trajectoires doivent être exportées au format **.ncl*.
- Les fichiers de trajectoires générés avec logiciel *Catia* (**.apt*) doivent être renommés en **.ncl*
- L'origine de la pièce qui est considéré pour le calcul des trajectoires doit correspondre à l'origine de la pièce sur le préhenseur.
- Les points sont décrits selon leur position *X*, *Y*, *Z*, par rapport à l'origine de la pièce. Dans le cas d'une trajectoire *3 axes*, il n'y a pas de description du vecteur normal, qui est alors implicitement fixé parallèle à l'axe *Z* de la pièce $(0;0;1)$.
- Dans le cas de trajectoires *5 axes* (*MULTAX / ON*), les vecteurs unitaires normales des points sont décrits, et fixent les rotations *RX*, *RY*.
- Les fichiers de trajectoires importés ne doivent contenir que des segments linéaires (*GOTO /*) ; les autres types de segments (*CIRCLE /*) ne sont pas gérés dans cette version de **SYNAPXIS**.

2.3 Création de trajectoires simples

Des trajectoires simples peuvent être créées :

- Edition manuelle d'une liste de points.
- Génération de cercles, d'arcs de cercle ou d'hélicoïdes (vecteur normal radial).
- Polygone - sélection de points sur la surface du modèle 3D (représentation *wrl* ou *stl* uniquement). Un polygone passant par les points sélectionnés est généré.
- Spline - sélection de points sur la surface du modèle 3D (représentation *wrl* ou *stl* uniquement). Une suite de courbes *splines cubiques* est calculée, de manière à passer par chacun des points sélectionnés.

2.4 Gestion des trajectoires

Le nom de chaque trajectoire est unique. Elles peuvent être dupliquées, ré-exportées au format **.ncl*, effacées, etc.

- L'édition des trajectoires se fait en simple relation avec la pièce de la référence, sans la notion de *FRAME* ni de *TOOL*. Il n'y a de ce fait aucune distinction entre les configurations en mode *pièce portée* ou *pièce fixe*.
- Une trajectoire ne peut pas être supprimée si elle est utilisée dans le cycle d'usinage.

- Une trajectoire est verrouillée si elle est utilisée dans le cycle d'usinage. Il faut la déverrouiller avant de pouvoir effectuer des modifications.
- Si la longueur d'une trajectoire est modifiée (déplacement d'un point, etc), tous les *step trajectoires* qui en dépendent voient leurs réglages de paramètres reportés de manière proportionnelle par rapport à la nouvelle longueur, l'amplitude restant inchangée.
- L'éditeur permet d'afficher la liste des *points* ainsi que la liste des *segments*, un segment étant la transformée entre deux points. Il y a par conséquent toujours un segment de moins. Les coordonnées des points peuvent être éditées et modifiées, contrairement à la transformée du segment.
- L'affichage des points et segments est désactivé par défaut lorsque la trajectoire comporte plus de 1'000 points, afin de limiter les temps d'affichage.
- Le graphique représente l'évolution d'une coordonnée le long de la trajectoire (abscisse = position linéaire), mais ne permet pas de modifier la valeur d'un point ou d'un groupe de points (affichage uniquement).
- Par convention, les couleurs des axes X, Y, Z correspondent toujours aux couleurs rouge, vert, bleu (RGB).

2.5 Opérations géométriques

Les opérations suivantes permettent de modifier la trajectoire couramment sélectionnée et peuvent être combinées afin d'obtenir le résultat désiré (Opération/Trajectoires/).

2.5.1 Symétrie

Chaque point de la trajectoire est *déplacé* et orienté de manière symétrique par rapport à un des 3 plans principaux : "Y-Z", "X-Z" ou "X-Y".

2.5.2 Miroir

Chaque point de la trajectoire est *copié* puis positionné de manière symétrique par rapport à un des 3 plans principaux. La trajectoire comporte donc le double de points après cette opération.

2.5.3 Décalage

Chaque point est décalé par rapport à sa position initiale selon le repère *pièce* : $P' = \Delta + P$. La trajectoire garde la même forme, mais son orientation et sa position changent en fonction de la valeur du décalage.

2.5.4 Homothétie

Un décalage est ajouté à chaque point, selon le repère du *point* : $P' = P + \Delta$. Chaque point pouvant avoir une orientation différente (suivi de tangente, etc), la trajectoire est dans le cas général déformée par cette opération.

2.5.5 Inversion du sens de la trajectoire

Cette opération inverse l'ordre des points de la trajectoire. Elle a une incidence sur l'orientation des points pour les trajectoires en mode *suivi de tangente*, le vecteur Y de chaque point étant orienté dans la direction du point *suivant*.

2.5.6 Fermeture de la trajectoire

Cette fonction ferme la trajectoire en copiant le premier point à la fin de la liste de point. Si les premiers et derniers points de la trajectoire ont déjà une valeur identique, cette opération n'a pas d'effet.

2.5.7 Départ à la sélection

Le point sélectionné dans la liste devient le premier point de la trajectoire. Les points précédents sont déplacés à la fin de la liste. Cette opération implique la *fermeture de la trajectoire*.

2.6 Opérations sur les points de la trajectoire

Il est possible d'insérer un nouveau point devant le point couramment sélectionné (ou une copie de ce point). Les opérations de *décalage* et d'*homothétie* peuvent être appliquées sur le ou les points couramment sélectionnés dans la liste de points (Opération/Points/).

2.7 Opérations sur les vecteurs normaux

Le vecteur normal d'un point (z) définit les rotations RX et RY du point. Il est possible d'appliquer différentes opérations aux vecteurs normaux des points sélectionnés (Opérations/Vecteurs normaux/). La rotation RZ du point dépend du mode d'orientation de la trajectoire.

2.7.1 Inversion

Le vecteur normal est simplement inversé.

2.7.2 Plan normal...

Le vecteur normal devient parallèle à la normale du plan sélectionné : "Y-Z", "X-Z" ou "X-Y".

2.7.3 Rotation...

Le vecteur normal observe une rotation selon l'axe X ou Y du point. La rotation autour de Z n'a pas d'effet.

2.8 Mode d'orientation de la trajectoire

La trajectoire peut observer plusieurs modes d'orientation, dont l'utilisation est généralement dictée par le processus lui-même. C'est ce mode qui fixe le 6ème degré de liberté rz , les 5 premiers étant fixés par le point (x, y, z) et le vecteur normal (rx, ry) .

2.8.1 Suivi de la tangente (Y)

La rotation RZ de chaque point de la trajectoire est fixée de manière à ce que le vecteur Y d'un point soit orienté vers le point suivant. Le dernier point de la trajectoire est orienté de manière identique à l'avant dernier.

Dans le cas où deux points sont situés à la verticale l'un de l'autre (selon le repère *pièce* ou selon le repère *point*), le vecteur Y ne pouvant être orienté vers le point suivant, il prend la même orientation que ce dernier.

2.8.2 Champ d'orientation (Y)

La rotation RZ de chaque point de la trajectoire est fixée de manière à ce que le vecteur Y d'un point soit compris dans un plan parallèle au vecteur Y du point de référence (point édité).

2.8.3 Orientation constante

Tous les points de la trajectoire sont orientés de manière identique au point de référence (point édité). L'orientation initiale du vecteur normal est perdue, cette opération est donc irréversible. Ce mode d'orientation permet notamment d'obtenir une trajectoire 3 axes.

CHAPITRE 3

Cycle d'usinage

Le cycle d'usinage définit la succession d'opérations devant être réalisée pendant le processus d'usinage. Il est étroitement lié à la référence à laquelle il appartient, et notamment à la (ou les) configuration que celle-ci définit.

Le cycle d'usinage est exécuté dans l'ordre haut-bas. Les éléments qui le constituent peuvent être *désactivés*, et ainsi ignorés lors de l'exécution.

Les éléments de même niveau doivent avoir un nom unique.

3.1 Groupe

Le *groupe* permet d'organiser le cycle d'usinage et de répartir les *steps* en différents groupes d'opérations.

Un groupe est lié à une *configuration* ; si la référence en définit plusieurs, celle-ci doit être sélectionnée lors de la création du groupe.

Le module de *production* présente les différents groupes de la référence, et permet de définir différents paramètres propres à chaque groupe. Ils peuvent être modifiés lors du déroulement du processus de production, ce qui permet d'agir sur le cycle d'usinage sans interrompre la production.

3.2 Step macro

Les *steps macro* permettent d'invoquer l'appel à une fonction macro à un endroit donné du cycle. Ces fonctions macro sont prédéfinies dans les *préférences* de l'éditeur du cycle d'usinage.

Ces fonctions peuvent comporter ou non des paramètres d'entrées. Le cas échéant, ceux-ci possèdent une valeur par défaut, et sont visibles et éditables dans l'arborescence du cycle.

L'appel à une fonction est bloquant, ce qui implique que le déroulement du cycle ne reprend qu'une fois que la fonction appelée retourne (la fonction est appelée dans la tâche d'exécution du cycle).

Cette fonctionnalité doit permettre d'interagir avec les éléments péri-robotiques, et n'est pas prévue pour des déplacements du robot. Les actions hors usinage (chargement,

palettisation, etc) doivent être réalisée en dehors de l'exécution du cycle d'usinage.

3.3 Step trajectoire

Le *step trajectoire* permet de spécifier quelle trajectoire doit être utilisée. Dans le cas d'une configuration en *pièce portée*, le *step trajectoire* permet également de spécifier quel est le *FRAME* utilisé.

Les informations définies au niveau du *step macro* ne permettent toutefois pas de réaliser un mouvement avec le robot. C'est au final le *try* qui fixe les derniers paramètres nécessaires. Un *step trajectoire* peut regrouper un ou plusieurs *tries*.

3.4 Try

Le *try* est l'élément du cycle d'usinage qui génère le mouvement de suivi de trajectoire avec le robot, sur la base de la trajectoire du *step* auquel il appartient.

Les éléments suivants sont nécessaire à la définition complète du mouvement :

3.4.1 Connecteurs

Les connecteurs de *début* et de *fin* sont une succession de commande de mouvements, permettant de positionner le robot dans la machine avant et après l'exécution de la trajectoire. Un connecteur peut comporter les éléments suivants :

TF Déplacement au point de transition du frame : chaque frame définit un point de transition comme étant son point d'approche. Cet élément de connecteur réalise un mouvement sécurisé vers le point de transition du frame ; il est destiné à être utilisé dans le connecteur de début, de manière à positionner le robot sur un point d'approche du frame avant l'exécution de la trajectoire ; pour rappel, un point de transition est lié à une position articulaire, garantissant ainsi une position et une *configuration* du robot déterminée.

RTF Retour au point de transition du frame : cet élément de connecteur réalise un retour au point de transition du frame ; il est destiné à être utilisé dans le connecteur de fin, de manière à repositionner le robot sur le point d'approche du frame après l'exécution de la trajectoire. Il garantit une position et une *configuration* du robot déterminée.

T Déplacement à un point de transition de la cellule : idem que pour *TF*, mais pour n'importe lequel des points de transitions de la cellule. Le nom du point est sélectionné dans une liste.

RT Retour à un point de transition de la cellule : idem que pour *RTF*, mais pour n'importe lequel des points de transition de la cellule. Le nom du point est sélectionné dans une liste.

LOCJ Mouvement vers une position articulaire : cet élément de connecteur permet de réaliser un mouvement articulaire vers une position quelconque (position qui n'est par exemple pas définie dans les points de transition).

TRAJ Mouvement d'approche de la position d'entrée/sortie de la trajectoire : cet élément de connecteur permet de positionner le robot de manière décalée par rapport au point de contact à l'entrée (connecteur de début) ou à la sortie de la trajectoire (connecteur de fin). Le décalage est édité selon 6 coordonnées.

TRAJS Mouvement d'approche linéaire de la position d'entrée/sortie de la trajectoire : idem que *TRAJ*, mais le robot effectue un mouvement linéaire depuis sa position vers cette position.

SPEED Vitesse : cet élément permet de modifier la vitesse d'exécution des mouvements du connecteur. La vitesse instaurée reste effective tant qu'elle n'est pas à nouveau modifiée dans un autre connecteur ou au travers de l'instruction *setSpeed* par un programme macro.

USR Utilisateur : cet élément permet d'insérer fonctionnalités spécifique dans un connecteur. Se référer aux informations de l'intégrateur de **SYNAPXIS**.

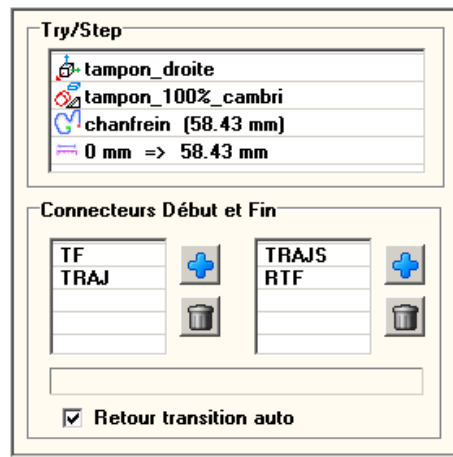


Figure 3.1: Edition des connecteurs

3.4.1.1 Mise en garde

Les connecteurs offrent une grande souplesse en terme de positionnement du robot et permettent d'optimiser la rapidité de l'enchaînement des trajectoires. La position du robot doit être gérée du début à la fin de chaque groupe du cycle d'usinage, et les connecteurs de chaque try doivent être définis de manière à assurer cette continuité de manière sécurisée. Il est important de tenir compte des points suivants :

- Un try peut être désactivé, ce qui implique que ses connecteurs de début et de fin peuvent ne pas être exécutés. Cela peut induire une rupture de la continuité du cycle.
- Les tries et les steps peuvent être déplacés dans le cycle, ce qui peut modifier la continuité du cycle.

- Un try ou un step peut être exécuté directement depuis l'interface de réglage, alors qu'en mode production il est toujours exécuté au sein du groupe auquel il appartient.
- Les éléments *TF* et *RTF* doivent être préférés aux éléments *T* et *RT* dans la mesure où le frame d'un step peut être modifié (configuration en pièce portée).
- L'élément *LOCJ* ne doit être utilisé que lorsque les points de transition ne permettent pas de réaliser le mouvement désiré (mouvement d'approche, de contournement, etc).

3.4.1.2 Transition automatique en mode réglage

L'option des connecteurs *Retour transition auto* ajoute automatiquement un élément *TF* au début du connecteur de début et un élément *RTF* à la fin du connecteur de fin, s'ils ne sont pas déjà existants lors de l'exécution d'un try depuis l'interface de réglage. Cette fonctionnalité permet d'optimiser le cycle en mode production et de le sécuriser en mode édition.

3.4.2 Limites

Au niveau du try, une trajectoire peut être exécutée entièrement ou partiellement, dans son sens d'origine ou inverse. Les limites *Start* et *End* correspondent aux extrémités de début et de fin de trajectoire. Pour exécuter une trajectoire en sens inverse, il faut sélectionner *End* pour le début, et *Start* pour la fin. La limite *Custom* permet de choisir un point quelconque de la trajectoire pour définir la limite de début et/ou de fin du try, en fonction de sa position *linéaire* sur la trajectoire.

Si la trajectoire définie dans le *step* est modifiée dans sa géométrie, ou si une autre trajectoire est sélectionnée, les limites sont modifiées de manière proportionnelle à la nouvelle longueur de trajectoire.

3.4.3 Répétitions

Il est possible d'exécuter plusieurs fois un même try, selon le mode de *répétition* sélectionné :

Désactivé Le try est exécuté une seule fois depuis sa limite *début* jusqu'à sa limite *fin*.

Aller/Retour Le try est exécuté depuis sa limite *début* jusqu'à sa limite *fin* (Aller) ; en fonction du nombre de *passages supplémentaires* spécifié, le try est ensuite exécuté depuis sa limite *fin* jusqu'à sa limite *début* (Retour) ; un passage correspond à un aller ou un retour. Les *entrées/sorties* sont considérées dans chacun des passages.

Circulaire Pour pouvoir être répété de manière circulaire, le try doit avoir une position et une vitesse impérativement identiques à sa limite *début* et à sa limite *fin*. Le try est répété en fonction du nombre de *passages supplémentaires*, l'entrée n'étant exécutée qu'une seule fois avant l'exécution du premier passage, et la sortie une seule fois après la dernière répétition.

3.4.4 Entrées/Sorties

Les entrées/sorties sont des prolongements du try. Elles permettent de réaliser une approche par rapport au premier point (entrée) et un dégagement par rapport au dernier point (sortie). Elles servent également à réaliser une zone d'accélération/décélération, permettant au robot d'atteindre la vitesse de début du try à partir de l'arrêt, et de s'arrêter à partir de la vitesse de fin du try.

3.4.4.1 Types d'entrées/sorties

Les type d'entrées/sorties suivants permettent de prolonger le try aux points limites :

Désactivé Le point à la limite est le premier/dernier point du try exécuté. La vitesse doit être relativement basse aux extrémités du try afin de ne pas créer une accélération trop brutale.

Normale Une droite est créée à la verticale du point limite selon son axe z . Le paramètre DZ permet de fixer la hauteur de cette droite.

Tangentielle Une droite tangentielle est créée selon la tangente à la trajectoire au point limite. Sa longueur est spécifiée par le paramètre DY .

Parabolique Une parabole est créée dans le plan tangent (DY) à la trajectoire au point limite et parallèle à sa verticale (DZ).

3.4.4.2 Accélération

Le paramètre *accélération* indique la valeur minimale de l'accélération linéaire qui doit être respectée afin de pouvoir exécuter l'entrée/sortie (calculée en fonction de la variation de vitesse et de la longueur de la courbe). Cette accélération peut être augmentée, afin d'atteindre la vitesse du try plus rapidement, et ainsi diminuer le temps d'exécution de l'entrée/sortie.

3.4.4.3 Vitesse intermédiaire

Si la vitesse aux extrémités du try est faible, une vitesse intermédiaire peut être spécifiée pour le milieu de l'entrée/sortie, de manière à diminuer son temps d'exécution.

3.4.5 Taux de sampling

Le taux de sampling permet de spécifier la période d'échantillonnage de la trajectoire, en microseconde. Celui-ci doit être un multiple exact de la base de temps du contrôleur de mouvement du robot. Dans le cas où ce taux est différent de celle-ci (N fois plus grand), les points manquants sont calculés par interpolation linéaire sphérique (SLERP) sur la base des points échantillonnés. La vitesse d'exécution du try est donc inchangé car c'est au final le même nombre de points qui sont joués par le robot ; le nombre de points échantillonnés est par contre divisé par N , et la résolution est N fois plus faible. Ce paramètre est destiné à alléger des trajectoires longues et dont la vitesse d'exécution est faible (distance entre deux points faible).

3.4.6 Orientation du point de contact - usinage 4/6 axes

Cette option permet de fixer les rotations RX et RY du point de contact à zéro, et permet par exemple de réaliser un usinage 4 axes sur un frame cylindrique (utilisation d'un robot SCARA par exemple).

6 axes Aucune modification n'est faite sur l'orientation du point de contact.

4 axes/Z+ Le point de contact est orienté vers le haut, parallèlement à l'axe $+Z$ *world* du robot. Ce cas de figure correspond à l'usinage 4 axe en *pièce portée*.

4 axes/Z- Le point de contact est orienté vers le bas, parallèlement à l'axe $-Z$ *world* du robot. Ce cas de figure correspond à l'usinage 4 axe en *pièce fixe*.

3.4.7 Orientation constante sur frame cylindrique

Cette option permet de réaliser, dans la mesure du possible, un mouvement du robot avec un minimum de rotation RZ selon *tool*. Sans effet si les axes z du frame cylindrique et du *tool* sont perpendiculaires.

3.5 Paramètres

Les paramètres du try permettent de modifier la trajectoire selon différentes coordonnées et en fonction de la position linéaire. Ils sont répartis en familles :

Vitesse Le paramètre *CONTACT* représente la vitesse du point de contact, c'est-à-dire la vitesse relative entre le *frame* et la pièce (configuration *pièce portée*) ou entre le *tool* et la pièce (configuration *pièce fixe*). Si la position du *frame* change pendant l'exécution du try, la vitesse liée à ce déplacement est indépendante du paramètre *CONTACT*.

Tool Les paramètres X , Y , Z , RX , RY , RZ permettent de modifier la trajectoire par rapport au repère *tool* du robot, qui coïncide avec le repère de la pièce. Ils permettent par exemple de simuler un "déplacement" de la pièce comme dans le cas d'une symétrie ($RZ = 180$).

Trajectoire Les paramètres X , Y , Z , RX , RY , RZ permettent de modifier la trajectoire par rapport aux repères des points de la trajectoire.

Frame Les paramètres X , Y , Z , RX , RY , RZ permettent de modifier la trajectoire par rapport au repère *frame*. En pièce portée, le paramètre *ELEVATION* permet, pour les *frames cylindriques*, de spécifier l'angle d'élévation de la position du point de contact autour de l'axe du cylindre. Dans le cas d'un *outil profilé* monté sur un *frame cylindrique*, le paramètre X correspond à la position linéaire du point de contact sur le profile de l'outil.

3.5.1 Edition d'un paramètre

3.5.1.1 Représentation

Le paramètre couramment sélectionné est représenté sur le tracé graphique. L'abscisse représente la longueur de la trajectoire, et l'ordonnée la valeur du paramètre. Il est représenté sur toute la longueur de la trajectoire ; si les limites du try diffèrent des limites de la trajectoire, elles sont indiquées par des zones hachurées correspondantes. La gauche du tracé correspond toujours au zéro de la longueur de la trajectoire, et la droite, à sa longueur totale. Le paramètre est lu de gauche à droite dans le sens direct, et de droite à gauche pour un try dont le sens est inversé.

3.5.1.2 Déplacement du curseur

Le curseur (ligne rose) représente la position linéaire couramment sélectionnée sur la longueur de la trajectoire. Celle-ci est déterminée à l'aide de la souris (clic-gauche sur le tracé), ou avec les flèches du clavier :

Flèche haut Sélection de la position zéro, tout à gauche.

Flèche bas Sélection de la position maximale, tout à droite.

Flèche gauche Décalage de position courante vers la gauche (incrément normal). L'incrément grossier est considéré si la touche *Ctrl* est activée simultanément, ou l'incrément fin pour la touche *Alt*.

Flèche droite Décalage de position courante vers la droite. Idem que pour *flèche gauche* au niveau des incréments.

Le robot simulé est positionné à la position correspondante, dans la mesure où celle-ci est atteignable (curseur 3D en jaune). Si celle-ci n'est pas atteignable, le robot n'est pas déplacé, et le curseur 3D est représenté en rouge.

3.5.1.3 Ancres et segments

Une *ancree* est un point de discontinuité du paramètre. Un *segment* est la portion de droite comprise entre deux ancras. Chaque paramètre comporte au minimum deux ancras, à chacune de ses deux limites zéro et longueur max, qui elles ne peuvent pas être supprimées. Le *pavé d'édition*, à droite du tracé, permet de créer et de déplacer de nouvelles *ancres* :

Verrouiller Création d'une nouvelle ancre à la position courante du curseur.

Déverrouiller Suppression de l'ancree à la position courante du curseur.

Corbeille Suppression de toutes les ancras ajoutées.

Loupe Recentrage du tracé.

Aller à La position linéaire du curseur prend la valeur du champ éditables.

Égal Le paramètre prend la valeur du champ éditables à la position courante du curseur. Si celle-ci coïncide avec une ancre, seule celle-ci est déplacée, et la pente des segments attenants est modifiée. Dans le cas où la position courante est sur un

segment (entre deux ancras), le segment est déplacé verticalement sans que sa pente ne soit modifiée.

Flèches vertes Le paramètre est décalé de la valeur du champ éditable à la position courante du curseur. Si celle-ci coïncide avec une ancre, seule celle-ci est déplacée, et les segments attenants sont modifiés. Dans le cas où la position courante est sur un segment (entre deux ancras), le segment est déplacé verticalement sans que sa pente ne soit modifiée ; les flèches gauche et droite sont sans effet.

Flèches noires Le curseur est positionné sur la prochaine ancre dans le sens correspondant.

Le menu *Paramètres* donne accès à la fonction *Ancrer aux limites*, qui permet de créer automatiquement des ancras sur le paramètre courant aux limites du try si celles-ci sont différentes des limites de la trajectoire.

Remarques :

- Une étoile * annotée à côté du nom d'un paramètre indique que celui-ci est non-nul (une ou plusieurs ancras, segment dont la valeur de début et/ou de fin est non-nulle).
- La sélection exacte et rapide d'une ancre est réalisée à l'aide du clic-milieu sur le tracé, qui sélectionne l'ancre la plus proche du pointeur de la souris.
- Le clic-droit sur le tracé affiche un menu contextuel qui donne accès à certaines fonctions :

Miroir curseur Le curseur est placé de manière symétrique par rapport au milieu du paramètre.

Segment constant depuis gauche/droite La pente du segment courant est mise à zéro, et sa position verticale prend la valeur de son ancre gauche/droite.

Fonction COS Une série de segments est créée de manière à définir un cosinus. Il faut préciser la position linéaire de départ, la position linéaire de fin, le pas entre chaque ancre créée, les valeurs minimales et maximales du paramètre, le décalage et le nombre de périodes.

- La valeur du champ éditable peut être modifiée à l'aide de la molette de la souris, lorsque le pointeur de la souris est au-dessus du champ. Les valeurs prédéfinies défilent en fonction du sens de rotations : 0.01, 0.02, 0.05, 0.1, 0.2, 0.5, 1, 2, 5,...
- Il est possible de définir une zone de zoom : la position courante du curseur représente la première limite. Lors de la sélection de la deuxième limite (clic-gauche) avec appui simultané de la touche *Ctrl*, le tracé affiche la zone sélectionnée.

3.5.1.4 Edition des paramètres de plusieurs tries

Le menu *Try/Edition multiple* donne accès à la fenêtre d'édition de tries multiples. Celle-ci permet de visualiser et de modifier les paramètres de plusieurs tries de manière simultanée. Il n'est toutefois pas possible de faire des modifications au niveau des ancras/segments. Seul le décalage ou l'initialisation du paramètre est possible.

3.6 Action

Le menu *Action* permet de déclencher les actions suivantes :

Simuler Il est possible de lancer la simulation de l'élément couramment sélectionné : *groupe, step ou try*. Si un *step macro* implique des actions sur les IOs du système, elles ne seront pas considérées lors d'une simulation.

Il n'est pas possible de sélectionner plusieurs *tries* ou plusieurs *steps* pour les simuler afin de ne pas rompre la continuité des connecteurs. La simulation de plusieurs groupes en revanche possible.

Réglage au MCP Seul un *try* peut être réglé au MCP. Cette action permet de positionner le robot devant son *frame* puis de jouer la trajectoire en mode manuel, puis d'effectuer le réglage des paramètres directement depuis le MCP.

Exécuter Idem que pour *Simuler*. Les commandes sont dirigées vers le robot réel et les IOs réelles de la machine.

Simuler cycle Simulation du cycle dans son ensemble.

Exécuter cycle Exécution du cycle dans son ensemble.

Stop Interruption de la simulation/exécution en cours. Si le stop est demandé pendant l'exécution d'une trajectoire, l'arrêt du processus est considéré à la fin de la trajectoire.

Retour point de transition Si un *step trajectoire* ou un *try* est couramment sélectionné, le robot simulé est repositionné sur le point de transition du *frame* correspondant. Cette option permet de repositionner le robot simulé dans sa *configuration* d'origine avant l'édition et le test d'un *try*.

3.7 Fonctions rapides

Les fonctions rapides *F1 - F5* permettent de déclencher l'exécution de différentes macros. Celles-ci sont définies dans les *Préférences* de l'éditeur du cycle d'usinage. Ceci permet de donner accès rapidement à des fonctionnalités de la machine nécessaires à la phase de mise au point du cycle d'usinage.

3.8 Divers

3.8.1 Importation de données

Il est possible d'importer des données depuis un autre cycle (*Fichier\Importer...*). Des trajectoires seules ou des groupes avec les trajectoires liées peuvent être sélectionnées.

CHAPITRE 4

Préférences

Les *préférences de l'éditeur du cycle d'usinage* permettent de définir les valeurs par défaut lors de la création de nouveaux éléments ainsi que les différents paramètres liés à l'édition et à l'exécution du cycle d'usinage.

4.1 Trajectoires

4.1.1 Orientation par défaut

L'orientation par défaut est appliquée à une trajectoire lors de son importation (données NCL).

4.1.2 Tolérances

Des tolérances sont définies à plusieurs niveaux afin de pouvoir gérer les problèmes liés aux calculs numériques. **SYNAPXIS** est notamment dédié à des applications microtechniques, et considère pour les trajectoires des approximations de l'ordre du dix-millième de millimètre. Certaines de ces tolérances sont toutefois éditables :

Longueur de trajectoire Cette tolérance est utilisée lors de l'échantillonnage de la trajectoire, lorsqu'il s'agit de définir les limites de la trajectoire (calcul des entrées/sorties, etc).

Distance minimale entre deux points Distance en dessous de laquelle deux points sont considérés comme identiques en terme de position (leur orientation respective peut être différente). Lors de la mise à jour de l'orientation, si deux points sont identiques, la distance est forcée à zéro (au lieu d'une fraction de mm) en copiant les coordonnées X , Y , Z du premier point vers le deuxième.

4.2 Try et paramètres

4.2.1 Taux d'échantillonnage par défaut

Taux de samplage par défaut appliqué lors de la création d'un nouveau try.

4.2.2 Limites et valeurs par défaut

Les grandeurs suivantes sont spécifiées pour chacun des paramètres :

Default Valeur du paramètre lors de la création d'un nouveau try.

Default edit increment Valeur du champ éditale du *pavé d'édition* lorsque le paramètre est sélectionné pour la première fois lors de l'édition du cycle.

Min Valeur minimale que peut prendre le paramètre.

Max Valeur maximale que peut prendre le paramètre.

Les grandeurs du paramètre *CONTACT* font l'objet d'une considération particulière : la vitesse ne pouvant être nulle ou négative, les grandeurs *Min*, *Max* et *Default* doivent impérativement être supérieures à zéro.

4.2.3 Incréments du curseur

Edition des valeurs d'incrément de déplacement du curseur sur la longueur du paramètre :

Pas large Flèche gauche-droite du clavier + touche *Ctrl*.

Pas normal Flèche gauche-droite du clavier.

Pas fin Flèche gauche-droite du clavier + touche *Alt*.

4.2.4 Couleurs des familles

Edition des couleurs associées aux *familles* de paramètres ; ces couleurs sont appliquées à l'arrière plan du tracé graphique afin de mettre en évidence la famille du paramètre sélectionné.

4.3 Connecteurs

4.3.1 Connecteur d'entrée/sortie

Des connecteurs d'entrée et de sortie par défaut peuvent être définis ; ils sont alors appliqués à chaque nouveau *try* lors de sa création.

4.3.2 Connecteur en mode édition

Valeur par défaut du paramètre de connecteur *Retour transition auto*. Cette option, si activée, ajoute automatiquement en mode réglage un élément *TF* au début du connecteur de début, et un élément *RTF* à la fin du connecteur de fin.

4.3.3 Connecteur en mode pendant

Valeur de l'approche au point de contact utilisée lors du réglage au MCP.

4.4 Entrées/Sorties

Une entrée et une sortie par défaut peuvent être définies ; elles sont alors appliquées à chaque nouveau *try* lors de sa création.

4.5 Divers

4.5.1 Step Macro

La liste présente les fonctions disponibles pour les *steps macro* dans l'éditeur du cycle. Les paramètres de la fonction peuvent être édités (double-clic) ; la *valeur par défaut* des paramètres est appliquée au *step macro* lors de sa création. L'*unité* est simplement destinée à informer l'utilisateur sur la nature de la grandeur des différents paramètres.

4.5.2 Fonctions rapides

La liste présente les *Fonctions rapides*, dans l'ordre *F1-F5*. Leur ordre peut être changé par drag-and-drop. Les fonctions sélectionnées ne doivent pas comporter de paramètre d'entrée.

4.5.3 Représentation 3D

4.5.3.1 Taux d'échantillonnage de la trajectoire

Les tries sont échantillonnées afin d'être dessinés dans la vue 3D. La période doit être choisie de manière à obtenir une densité de points représentés visuellement ni trop grande, ni trop faible, en fonction de la valeur moyenne du paramètre *CONTACT*.

4.5.3.2 Facteur d'échelle de l'éditeur de trajectoire

Le facteur d'échelle de l'éditeur de trajectoire doit être choisi en fonction de la taille moyenne des références utilisées.

Table des figures

1.1	Ouverture de l'éditeur du cycle d'usinage	1
1.2	Éditeur de cycle d'usinage	2
2.1	Editeur de trajectoires	5
3.1	Edition des connecteurs	13