

SIMOTION

Motion Control TO Interpolation de trajectoire

Description fonctionnelle

Avant-propos

Consignes de sécurité
élémentaires

1

Vue d'ensemble -
Interpolation de trajectoire

2

Interpolation de trajectoire -
Notions de base

3

Configuration d'un objet
trajectoire

4

Exemple de projet
d'interpolation de trajectoire

5

Programmation / références
de l'interpolation de
trajectoire

6

Annexe A

A

Valable à partir de la version 4.4

Mentions légales

Signalétique d'avertissement

Ce manuel donne des consignes que vous devez respecter pour votre propre sécurité et pour éviter des dommages matériels. Les avertissements servant à votre sécurité personnelle sont accompagnés d'un triangle de danger, les avertissements concernant uniquement des dommages matériels sont dépourvus de ce triangle. Les avertissements sont représentés ci-après par ordre décroissant de niveau de risque.

 DANGER
signifie que la non-application des mesures de sécurité appropriées entraîne la mort ou des blessures graves.

 ATTENTION
signifie que la non-application des mesures de sécurité appropriées peut entraîner la mort ou des blessures graves.

 PRUDENCE
signifie que la non-application des mesures de sécurité appropriées peut entraîner des blessures légères.

IMPORTANT
signifie que la non-application des mesures de sécurité appropriées peut entraîner un dommage matériel.

En présence de plusieurs niveaux de risque, c'est toujours l'avertissement correspondant au niveau le plus élevé qui est reproduit. Si un avertissement avec triangle de danger prévient des risques de dommages corporels, le même avertissement peut aussi contenir un avis de mise en garde contre des dommages matériels.

Personnes qualifiées

L'appareil/le système décrit dans cette documentation ne doit être manipulé que par du **personnel qualifié** pour chaque tâche spécifique. La documentation relative à cette tâche doit être observée, en particulier les consignes de sécurité et avertissements. Les personnes qualifiées sont, en raison de leur formation et de leur expérience, en mesure de reconnaître les risques liés au maniement de ce produit / système et de les éviter.

Utilisation des produits Siemens conforme à leur destination

Tenez compte des points suivants:

 ATTENTION
Les produits Siemens ne doivent être utilisés que pour les cas d'application prévus dans le catalogue et dans la documentation technique correspondante. S'ils sont utilisés en liaison avec des produits et composants d'autres marques, ceux-ci doivent être recommandés ou agréés par Siemens. Le fonctionnement correct et sûr des produits suppose un transport, un entreposage, une mise en place, un montage, une mise en service, une utilisation et une maintenance dans les règles de l'art. Il faut respecter les conditions d'environnement admissibles ainsi que les indications dans les documentations afférentes.

Marques de fabrique

Toutes les désignations repérées par ® sont des marques déposées de Siemens AG. Les autres désignations dans ce document peuvent être des marques dont l'utilisation par des tiers à leurs propres fins peut enfreindre les droits de leurs propriétaires respectifs.

Exclusion de responsabilité

Nous avons vérifié la conformité du contenu du présent document avec le matériel et le logiciel qui y sont décrits. Ne pouvant toutefois exclure toute divergence, nous ne pouvons pas nous porter garants de la conformité intégrale. Si l'usage de ce manuel devait révéler des erreurs, nous en tiendrons compte et apporterons les corrections nécessaires dès la prochaine édition.

Avant-propos

Contenu

Le présent document fait partie de la documentation **Description du système et des fonctions**.

Domaine de validité

Ce manuel s'applique à SIMOTION SCOUT en liaison avec le package technologique SIMOTION Cam, Path ou Cam_ext pour la version V4.4.

Blocs d'information du manuel

Les blocs d'information suivants décrivent l'objectif et l'utilité du manuel.

Blocs d'information du manuel

Les blocs d'informations suivants décrivent l'objectif et l'utilité du manuel.

- **Vue d'ensemble - Interpolation de trajectoire**
Ce chapitre contient une vue d'ensemble des fonctions du TO et une définition de la terminologie.
- **Interpolation de trajectoire - Notions de base**
Ce chapitre explique les principaux paramétrages et fonctions de l'objet technologique Interpolation de trajectoire.
- **Configuration d'un objet trajectoire**
Ce chapitre explique la procédure de configuration à l'aide de différentes tâches.
- **Exemple de projet d'interpolation de trajectoire**
Ce chapitre décrit un exemple de projet d'interpolation de trajectoire.
- **Programmation / références de l'interpolation de trajectoire**
Ce chapitre fournit une explication détaillée des commandes et des fonctions.
- **Annexe A**
Ce chapitre décrit la cinématique spécifique de Trafold 1001.
- **Index**
Index permettant de rechercher des informations.

Documentation SIMOTION

Vous trouverez une vue d'ensemble de la documentation SIMOTION dans le document Vue d'ensemble de la documentation SIMOTION.

Cette documentation est fournie avec SIMOTION SCOUT en tant que document électronique et comporte 10 paquets de documentation.

Pour la version de produit SIMOTION V4.4, les documentations suivantes sont disponibles :

- Manuel du système d'ingénierie SIMOTION
- SIMOTION Description du système et des fonctions
- SIMOTION Service et Diagnostic
- SIMOTION IT
- SIMOTION Programmation
- SIMOTION Programmation - Références
- SIMOTION C
- SIMOTION P
- SIMOTION D
- SIMOTION Documentation complémentaire

Assistance téléphonique et adresses Internet

Informations supplémentaires

Sous le lien ci-dessous, vous trouverez des informations sur les sujets suivants :

- Commande de documentation, liste des publications
- Liens supplémentaires pour le téléchargement de documents
- Utilisation de documentation en ligne (trouver des manuels/informations et y effectuer des recherches)

<http://www.siemens.com/motioncontrol/docu>

Pour toute autre demande (suggestion, correction) concernant la documentation technique, envoyez un message électronique à l'adresse suivante :
docu.motioncontrol@siemens.com

My Documentation Manager

Sous le lien suivant, vous trouverez des informations vous permettant de composer une documentation personnalisée sur la base des contenus proposés par Siemens et de l'adapter à votre machine :

<http://www.siemens.com/mdm>

Formation

Sous le lien suivant, vous trouverez des informations sur SITRAIN, la formation de Siemens pour les produits, les systèmes et les solutions d'automatisation :

<http://www.siemens.com/sitrain>

FAQ

Vous trouverez la foire aux questions dans les utilitaires et applications SIMOTION contenues dans la livraison de SIMOTION SCOUT, ainsi que sur les pages Service&Support, sous **Support produit** :

<http://support.automation.siemens.com>

Support technique

Pour tout conseil technique, vous trouverez les coordonnées téléphoniques spécifiques à chaque pays sur Internet, sous **Contact** :

<http://www.siemens.com/automation/service&support>

Sommaire

	Avant-propos.....	3
1	Consignes de sécurité élémentaires.....	11
1.1	Consignes de sécurité générales.....	11
1.2	Sécurité industrielle.....	12
2	Vue d'ensemble - Interpolation de trajectoire.....	13
2.1	Aperçu des fonctions.....	13
2.2	Terminologie.....	15
3	Interpolation de trajectoire - Notions de base.....	19
3.1	Interpolation de trajectoire.....	19
3.2	Système de coordonnées.....	22
3.3	Propriétés modulo.....	23
3.4	Unités.....	24
3.5	Types d'interpolation de trajectoire.....	25
3.5.1	Types d'interpolation de trajectoire.....	25
3.5.2	Structure des commandes d'interpolation de trajectoire.....	26
3.5.3	Trajectoires linéaires.....	27
3.5.4	Trajectoires circulaires.....	28
3.5.4.1	Trajectoires circulaires.....	28
3.5.4.2	Trajectoire circulaire dans un plan principal avec rayon, point final et orientation.....	29
3.5.4.3	Trajectoire circulaire avec centre et angle.....	30
3.5.4.4	Trajectoire circulaire avec point intermédiaire et point final.....	32
3.5.5	Trajectoires polynomiales.....	33
3.5.5.1	Trajectoires polynomiales.....	33
3.5.5.2	Trajectoire polynomiale - Spécification directe des coefficients du polynôme.....	35
3.5.5.3	Trajectoires polynomiales - Spécification explicite des données du point de départ.....	35
3.5.5.4	Trajectoires polynomiales - Ajouter en continu.....	37
3.6	Dynamique de trajectoire.....	39
3.6.1	Dynamique de trajectoire.....	39
3.6.2	Spécification de la dynamique de trajectoire.....	39
3.6.3	Limitations de la dynamique de trajectoire.....	41
3.7	Arrêt et reprise du déplacement avec interpolation.....	44
3.8	Comportement de la trajectoire à la fin du déplacement.....	46
3.8.1	Comportement de la trajectoire à la fin du déplacement.....	46
3.8.2	Arrêt à la fin du déplacement.....	47
3.8.3	Transition progressive avec adaptation de la dynamique.....	47
3.8.4	Transition progressive sans adaptation de la dynamique.....	48
3.8.5	Transition progressive et relaying avec insertion de segments intermédiaires.....	49
3.9	Affichage et surveillances au niveau de l'axe.....	54

3.10	Prise en compte des limites de la plage de déplacement spécifique à l'axe.....	55
3.11	Comportement du déplacement avec interpolation en cas d'erreur sur un axe d'interpolation ou de positionnement impliqué.....	56
3.12	Fonctionnalité du déplacement à trajectoires synchronisées.....	57
3.12.1	Fonctionnalité du déplacement à trajectoires synchronisées.....	57
3.12.2	Spécification du déplacement à trajectoires synchronisées.....	57
3.12.3	Dynamique du déplacement à trajectoires synchronisées.....	58
3.12.4	Transition progressive entre trajectoires avec un déplacement à trajectoires synchronisées.....	58
3.12.5	Emission de la distance de trajectoire à destination de l'axe de positionnement.....	59
3.12.6	Emission des coordonnées cartésiennes via l'interface MotionOut.....	59
3.13	Adaptation de la cinématique.....	60
3.13.1	Adaptation de la cinématique.....	60
3.13.2	Transformation cinématique – Notions de base.....	60
3.13.2.1	Etendue de la fonctionnalité de transformation.....	60
3.13.2.2	Points de référence.....	61
3.13.2.3	Variables système pour l'interpolation de trajectoire et la transformation au niveau de l'objet trajectoire.....	61
3.13.2.4	Transformation des valeurs dynamiques.....	64
3.13.2.5	Distinction des volumes de positionnement de l'articulation.....	64
3.13.2.6	Commandes d'information concernant la transformation cinématique.....	64
3.13.2.7	Décalage d'origine spécifique à l'axe dans la transformation.....	65
3.13.2.8	Décalage de l'origine de la cinématique par rapport à l'origine cartésienne.....	66
3.13.3	Cinématiques prises en charge.....	67
3.13.3.1	Cinématiques prises en charge et affectation.....	67
3.13.3.2	Masques de configuration.....	68
3.13.3.3	Portails cartésiens 2D/3D.....	71
3.13.3.4	Préhenseur à rouleaux 2D.....	72
3.13.3.5	Préhenseur à rouleaux 3D.....	74
3.13.3.6	Préhenseur delta 2D.....	75
3.13.3.7	Préhenseur delta 3D.....	78
3.13.3.8	Cinématique SCARA.....	81
3.13.3.9	Cinématique du bras articulé 2D.....	85
3.13.3.10	Cinématique du bras articulé 3D.....	86
3.13.3.11	Cinématique du bras orientable 2D.....	89
3.13.3.12	Robot cylindrique 3D.....	91
3.13.3.13	Fonction utilisateur 2D/3D.....	93
3.13.3.14	Utilisation d'axes virtuels.....	99
3.13.3.15	Cinématiques spécifiques.....	100
3.14	Systèmes de coordonnées objet et séquence de déplacements au niveau de l'objet trajectoire.....	101
3.14.1	Système de coordonnées objet (OCS) de l'objet trajectoire.....	101
3.14.2	Suivi de déplacement – Notions de base.....	102
3.14.2.1	Définition de la position de référence de l'OCS.....	102
3.14.2.2	Affectation de l'OCS à une valeur de référence de suivi de déplacement.....	104
3.14.2.3	Définition du décalage de la position de l'OCS suiveur	104
3.14.2.4	Synchronisation du déplacement de l'objet trajectoire avec l'OCS suiveur.....	106
3.14.2.5	Exécution de déplacements avec interpolation dans l'OCS suiveur.....	108
3.14.2.6	Fin de la synchronisation du point final de la cinématique avec un OCS suiveur (désynchronisation).....	108
3.14.2.7	Arrêt dans l'OCS.....	109

3.14.3	Suivi de déplacement – Exemple d'application.....	109
3.14.3.1	Exemple d'application d'un OCS.....	109
3.14.3.2	Définition de la position de référence de l'OCS.....	109
3.14.3.3	Définition de la valeur de référence de suivi de déplacement de l'OCS.....	110
3.14.3.4	Définition de la position de l'OCS par rapport à la valeur de référence de suivi de déplacement.....	111
3.14.3.5	Synchronisation du déplacement de l'objet trajectoire avec un OCS suiveur.....	111
3.14.3.6	Exécution de déplacements avec interpolation dans l'OCS suiveur.....	112
3.15	Connexion, règles de connexion.....	114
3.16	Mode de simulation.....	115
4	Configuration d'un objet trajectoire.....	117
4.1	Sélection du package technologique Interpolation de trajectoire.....	117
4.2	Création d'axes avec interpolation de trajectoire.....	118
4.3	Création d'un objet trajectoire.....	119
4.4	Représentation dans le navigateur de projet.....	120
4.5	Paramétrage / valeurs par défaut de l'objet trajectoire.....	121
4.6	Configuration de l'objet trajectoire.....	125
4.7	Définition des limitations.....	128
4.8	Connexion de l'objet trajectoire.....	129
4.9	Tableau de commande de trajectoire.....	131
4.10	Configuration de l'adaptation de la cinématique dans la liste pour experts.....	132
4.11	Configuration des surveillances de trajectoire.....	133
4.12	Etalonnage de l'objet trajectoire.....	134
4.13	Objet trajectoire - Menu contextuel.....	136
5	Exemple de projet d'interpolation de trajectoire.....	137
5.1	Vue d'ensemble de l'exemple.....	137
5.2	Sélection du package technologique.....	139
5.3	Création des axes.....	140
5.4	Création d'un objet trajectoire.....	142
5.5	Définition de la cinématique.....	143
5.6	Connexion de l'objet trajectoire.....	144
5.7	Définition des valeurs par défaut de l'objet trajectoire.....	145
5.8	Programmation de l'interpolation de trajectoire dans MCC.....	147
5.8.1	Programmation des commandes de déplacement dans MCC.....	147
5.8.2	Création du programme.....	148
5.8.3	Programmation du programme de déplacement.....	151
5.8.3.1	Programmation du programme de déplacement.....	151
5.8.3.2	Création de la boucle While.....	152
5.8.3.3	Programmation de la trajectoire linéaire A-B.....	152
5.8.3.4	Programmation de la trajectoire polynomiale B-C.....	154

5.8.3.5	Programmation de la trajectoire linéaire C-D.....	157
5.8.3.6	Programmation de la trajectoire polynomiale D-E.....	157
5.8.3.7	Programmation de la trajectoire linéaire E-F.....	160
5.8.3.8	Programmation du retour F-A.....	160
5.8.4	Activation des déblocages des axes et prise de référence des axes.....	162
5.8.5	Diagramme MCC.....	163
5.8.6	Affectation du diagramme MCC dans le système exécutif.....	163
5.8.7	Vérification du déplacement avec la fonction Trace.....	165
5.9	Création d'un axe à trajectoire synchrone.....	167
6	Programmation / références de l'interpolation de trajectoire.....	171
6.1	Programmation.....	171
6.1.1	Programmation : vue d'ensemble.....	171
6.1.2	Vue d'ensemble des commandes.....	171
6.1.2.1	Renseignement et conversion.....	171
6.1.2.2	Commandes de conversion.....	172
6.1.2.3	Suivi des commandes.....	172
6.1.2.4	Déplacement.....	173
6.1.2.5	Traitement des objets et des alarmes.....	173
6.1.2.6	Coordonnées de l'objet.....	174
6.1.3	Traitement des commandes.....	174
6.1.3.1	Tampon de commandes.....	174
6.1.3.2	Comportement de substitution.....	176
6.1.4	Interactions de l'objet trajectoire avec l'axe.....	177
6.1.4.1	Comportement de substitution.....	177
6.1.4.2	Ordre de prise d'effet.....	177
6.1.4.3	Interaction avec l'axe.....	178
6.1.4.4	Interaction avec d'autres déplacements avec interpolation.....	178
6.2	Réaction d'alarme locale.....	179
A	Annexe A.....	181
A.1	Cinématique spécifique avec Trafold 1001.....	181
	Index.....	187

Consignes de sécurité élémentaires

1.1 Consignes de sécurité générales

 ATTENTION
Danger de mort dû au non-respect des consignes de sécurité et aux risques résiduels Le non-respect des consignes de sécurité et les risques résiduels figurant dans la documentation correspondante du matériel peuvent provoquer des accidents entraînant des blessures graves, voire mortelles. • Respecter les consignes de sécurité figurant dans la documentation du matériel. • Tenir compte des risques résiduels pour l'évaluation des risques.

 ATTENTION
Danger de mort lié à des dysfonctionnements de la machine suite à un paramétrage incorrect ou modifié Un paramétrage incorrect ou modifié peut entraîner des dysfonctionnements sur les machines, susceptibles de provoquer des blessures, voire la mort. • Protéger les paramétrages de tout accès non autorisé. • Prendre les mesures appropriées pour remédier aux dysfonctionnements éventuels (p. ex. un arrêt ou une coupure d'urgence).

1.2 Sécurité industrielle

Remarque

Sécurité industrielle

Siemens commercialise des produits et solutions comprenant des fonctions de sécurité industrielle qui contribuent à une exploitation sûre des installations, solutions, machines, équipements et/ou réseaux. Ces fonctions jouent un rôle important dans un système global de sécurité industrielle. Dans cette optique, les produits et solutions Siemens font l'objet de développements continus. Siemens vous recommande donc vivement de vous tenir régulièrement informé des mises à jour des produits.

Pour garantir une exploitation fiable des produits et solutions Siemens, il est nécessaire de prendre des mesures de protection adéquates (par ex. concept de protection des cellules) et d'intégrer chaque composant dans un système de sécurité industrielle global et moderne. Tout produit tiers utilisé devra également être pris en considération. Pour plus d'informations sur la sécurité industrielle, rendez-vous sur <http://www.siemens.com/industrialsecurity>.

Veuillez vous abonner à la newsletter d'un produit particulier afin d'être informé des mises à jour dès qu'elles surviennent. Pour plus d'informations, rendez-vous sur <http://support.automation.siemens.com>



ATTENTION

Danger dû à des états de fonctionnement non sûrs en raison d'une manipulation du logiciel

Les manipulations du logiciel (p. ex. les virus, chevaux de Troie, logiciels malveillants, vers) peuvent provoquer des états de fonctionnement non sûrs de l'installation, susceptibles de provoquer des blessures graves ou mortelles ainsi que des dommages matériels.

- Maintenez le logiciel à jour.
Vous trouverez des informations complémentaires et les lettres d'information sur ce thème à l'adresse suivante :
<http://support.automation.siemens.com>
- Intégrez les composants d'entraînement et d'automatisation dans un concept global de sécurité industrielle (Industrial Security) de l'installation ou de la machine selon l'état actuel de la technique.
Vous trouverez de plus amples informations sur :
<http://www.siemens.com/industrialsecurity>
- Tenez compte de tous les produits mis en œuvre dans le concept global de sécurité industrielle (Industrial Security).

Vue d'ensemble - Interpolation de trajectoire

2.1 Aperçu des fonctions

SIMOTION met à disposition la fonctionnalité **Interpolation de trajectoire** à partir de la version V4.1. Celle-ci permet le déplacement de 3 axes d'interpolation au maximum le long de trajectoires. De plus, il est possible de piloter simultanément un axe de positionnement de manière synchrone à la trajectoire.

Les trajectoires peuvent être composées en 2D et en 3D à partir de segments à interpolation linéaire, circulaire et polynomiale.

La technologie Interpolation de trajectoire est mise à disposition par le biais de l'**objet trajectoire** constituant une fonctionnalité autonome.

Le TO Objet trajectoire est connecté à des **axes d'interpolation** et, le cas échéant, à un axe de positionnement.

Les paramètres dynamiques sont spécifiés au niveau du déplacement avec interpolation.

Les déplacements avec interpolation résultant de plusieurs commandes de déplacement sur trajectoire individuelles peuvent être enchaînés les uns aux autres avec des transitions progressives pour former une trajectoire globale sans arrêts intermédiaires.

L'adaptation des cinématiques machine aux axes cartésiens du système de coordonnées de trajectoire s'effectue par transformation cinématique.

A partir de V4.1.2, la fonction de synchronisation des déplacements avec interpolation est disponible avec une valeur de position pouvant être définie par un paramètre externe, par exemple par le déplacement d'un convoyeur. Ainsi le système prend en charge la manipulation sur bande en mouvement.

La technologie **Interpolation de trajectoire** fournit des transformations pour les cinématiques orthogonales suivantes :

- Axes linéaires cartésiens
- SCARA
- Préhenseur à rouleaux 2D
- Préhenseur à rouleaux 3D
- Préhenseur delta 2D
- Préhenseur delta 3D
- Bras articulé 2D
- Bras articulé 3D
- Bras orientable 2D
- Robot cylindrique 3D

A partir de V4.4, il est par ailleurs possible de créer des transformations personnalisées avec une fonction utilisateur 2D ou 3D.

2.1 Aperçu des fonctions

Lors d'un déplacement avec interpolation, il est possible de piloter un axe de positionnement synchrone. Au choix, cet axe peut accoster de manière synchrone une position de destination spécifique à l'axe ou exécuter un déplacement correspondant à la longueur de trajectoire, de sorte qu'il soit possible de réaliser des cames et des détecteurs en fonction de la longueur de trajectoire.

Les fonctions d'interpolation de trajectoire sont nécessaires, par exemple, pour des applications telles que l'aménagement de matériaux sur une machine ou leur prélèvement depuis celle-ci.

L'utilisation de commandes pour les segments à trajectoire unique implique alors une planification globale de la trajectoire dans le programme utilisateur ou dans l'application.

La programmation CNC selon DIN 66025 n'est pas prise en charge par SIMOTION.

2.2 Terminologie

Coordonnées d'axes

Coordonnées des axes d'interpolation impliqués ou de l'axe de positionnement avec un déplacement à trajectoires synchronisées.

Interface de l'axe d'interpolation

Interface pour l'échange de données bidirectionnel entre l'objet trajectoire et les axes d'interpolation connectés.

Axe d'interpolation

Axe pouvant effectuer un déplacement avec interpolation en association avec d'autres axes d'interpolation par l'intermédiaire d'un objet trajectoire.

Déplacement avec interpolation

Déplacement résultant de l'interpolation d'une commande de déplacement sur trajectoire ; commande transmise aux axes d'interpolation.

Interpolation de trajectoire

Déplacement suivant une trajectoire avec une dynamique paramétrable.

L'interpolation de trajectoire génère le profil de déplacement pour la trajectoire, calcule les points d'interpolation dans le cycle IPO et en dérive, via la transformation cinématique, les consignes d'axe aux différents instants du cycle IPO.

Groupe d'interpolations de trajectoire

Plusieurs axes d'interpolation et de positionnement reliés par un objet trajectoire ou une interpolation.

Objet trajectoire

L'objet trajectoire fournit la fonctionnalité permettant l'interpolation de trajectoire et d'autres tâches liées à l'interpolation de trajectoire. Il comporte également les transformations cinématiques implémentées dans le système.

Tableau de commande de trajectoire

Le tableau de commande de trajectoire sert à la commande et à la supervision d'objets trajectoire sans programme utilisateur. Il est utilisé avant tout pour la mise en service de transformations cinématiques.

Commande de trajectoire

Parcours d'une trajectoire avec spécification de la vitesse.

Ceci permet un arrondissement des transitions entre segments en fonction de la vitesse par l'insertion de segments de transition.

Système de coordonnées de base (BCS)

Système de coordonnées pour l'interpolation de trajectoire. Le système employé est un système de coordonnées orthogonal direct selon la norme DIN 66217.

Séquence de déplacements

Le suivi de déplacement permet un déplacement synchrone du point final de la cinématique avec un OCS suiveur, et donc par exemple un déplacement synchrone avec la mesure d'un convoyeur, notamment pour prélever un produit d'une bande en mouvement ou le déposer sur celle-ci.

A partir de SIMOTION V4.1.2, les positions indiquées dans les commandes de mouvement peuvent se rapporter soit au système de coordonnées de base ou à un **système de coordonnées objet (OCS)**.

Valeur de référence de séquence de déplacements (trackingInPosition)

Valeur mise disposition par un autre TO sur l'**interface trackingIn** de l'objet trajectoire. Il peut s'agir, par exemple, de la mesure d'un codeur externe.

Valeur de séquence de déplacements (trackingPosition)

Position actuelle d'un **OCS suiveur** par rapport à la **position de référence de l'OCS**.

Frame de transformation

Un frame de transformation décrit la position d'un système de coordonnées par rapport à un autre système de coordonnées et définit, par exemple, la **position de référence de l'OCS** par rapport au système de coordonnées de base de l'objet trajectoire. Le frame de transformation est composé de décalages (**Translation**) le long des axes X, Y et Z et de rotations (**Rotation**) autour des différents axes.

La transformation exécute d'abord les décalages, puis les rotations dans l'ordre suivant :

- **Roll** autour de l'axe X
- **Pitch** autour de l'axe Y (déjà tourné)
- **Yaw** autour de l'axe Z (déjà tourné deux fois)

Plan principal

Plan X-Y, Y-Z ou Z-X ou plan parallèle à l'un de ceux-ci. La 3e coordonnée n'est pas exploitée.

Interface pour déplacement à trajectoires synchronisées

Interface pour l'échange de données bidirectionnel entre l'objet trajectoire et un axe de positionnement connecté pour déplacement à trajectoires synchronisées.

Axes cartésiens

Axes X, Y, Z de l'objet trajectoire

Cinématique

Le concept de cinématique, en relation avec les robots et les manipulateurs des systèmes Motion Control, est une abstraction des fonctions mécaniques (les éléments mobiles (articulations) et leurs positions géométriques relatives (bras)) pour fournir les grandeurs permettant de décrire et d'exécuter des mouvements.

Transformation cinématique, adaptation de la cinématique

Conversion des spécifications en coordonnées cartésiennes en spécifications pour axes d'interpolation individuels et inversement.

Trajectoire circulaire

Trajectoire en 2D ou en 3D décrivant un cercle ou un arc de cercle.

Trajectoire linéaire

Trajectoire en 2D ou en 3D décrivant une droite.

OCS suiveur

Système de coordonnées de l'objet (OCS) piloté de manière synchrone par rapport à l'**interface trackingIn**.

Système de coordonnées de l'objet (OCS)

A partir de V4.1.2, SIMOTION met à disposition des systèmes de coordonnées objet (OCS) avec l'objet trajectoire en plus du **système de coordonnées de base (BCS)**. Les déplacements avec interpolation peuvent être spécifiés au choix dans le BCS ou l'OCS. La position de référence des systèmes de coordonnées objet est définie par des frames de transformation par rapport au BCS. Ils peuvent être pilotés de manière synchrone dans la direction X de l'OCS au moyen d'une valeur de déplacement spécifiée sur l'**interface trackingIn**.

Position de référence de l'OCS

Position de l'OCS lorsque la valeur de séquence de déplacements est égale à zéro. Par rapport au BCS, la position de référence de l'OCS est définie par un **frame de transformation**.

Trajectoire polynomiale

Trajectoire en 2D ou en 3D décrivant un segment de polynôme.

Déplacement synchrone, déplacement synchrone avec interpolation, déplacement à trajectoires synchronisées

Mouvement conjugué d'un axe sur un déplacement avec interpolation ; signal disponible sur un axe de positionnement.

Interface trackingIn

L'interface de raccordement d'entrée **trackingIn** de l'objet trajectoire peut être connectée à un autre TO mettant à disposition une interface de sortie avec une information de déplacement telle que la consigne de déplacement ou la mesure d'un axe ou la mesure d'un codeur externe.

Interpolation de trajectoire - Notions de base

3.1 Interpolation de trajectoire

La technologie **Interpolation de trajectoire** fournit la fonctionnalité pour l'interpolation de trajectoires linéaires, circulaires et polynomiales en 2D et en 3D.

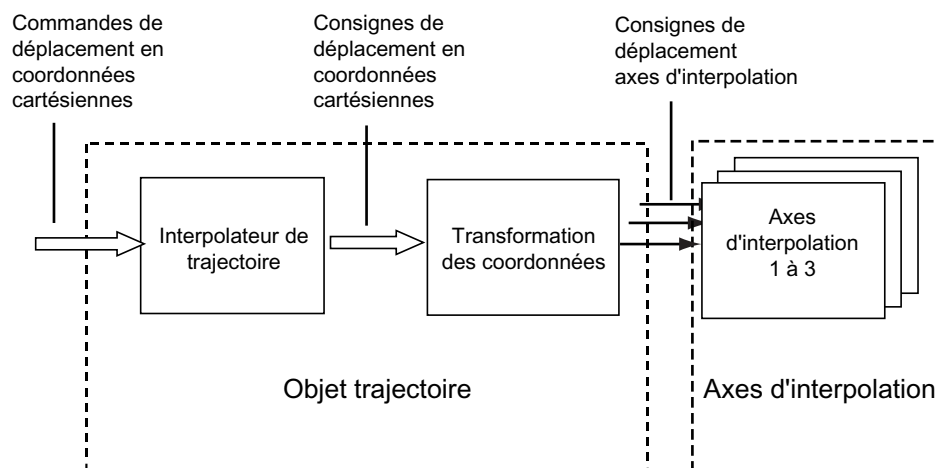


Figure 3-1 Classement et principe général de l'interpolateur de trajectoire

Objets impliqués dans l'interpolation de trajectoire

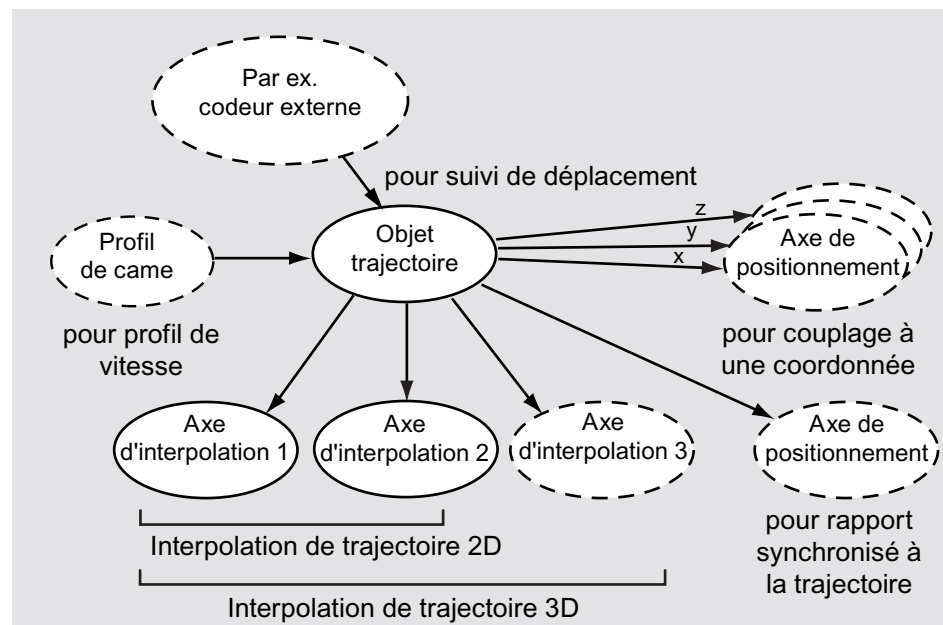


Figure 3-2 Objets impliqués dans l'interpolation de trajectoire

3.1 Interpolation de trajectoire

La technologie Interpolation de trajectoire est mise en oeuvre par l'intermédiaire de l'objet technologique Objet trajectoire.

Le TO Objet trajectoire est connecté à 2 ou 3 axes d'interpolation.

En outre, le TO Objet trajectoire peut être connecté à un axe de positionnement pour un déplacement à trajectoires synchronisées, à des axes de positionnement pour le couplage à une coordonnée, ainsi qu'à un profil de came.

L'interface **trackingIn** permet de connecter un objet technologique fournissant des informations de déplacement avec une position (la valeur de suivi de déplacement), tel que :

- Codeur externe
- Axe de positionnement

Classement de l'axe d'interpolation

Toutes les fonctions des axes individuels peuvent être exécutées sur les axes d'interpolation sans limitations.

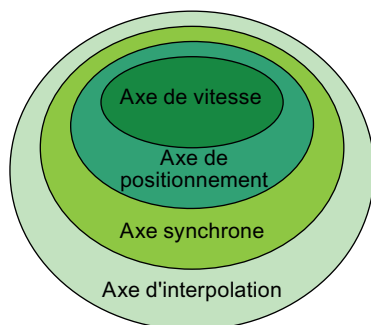


Figure 3-3 Classement de l'axe d'interpolation

La fonctionnalité d'interpolation de trajectoire ne dépend pas du type d'axe physique. L'interpolation de trajectoire peut être utilisée pour des axes électriques, hydrauliques et de moteur pas-à-pas (axes réels), ainsi que pour des axes virtuels.

Classement de l'interpolation de trajectoire dans les packages technologiques

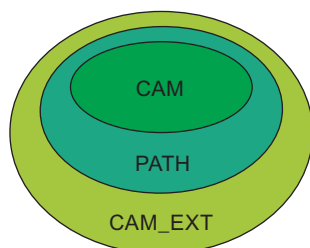


Figure 3-4 Classement de l'interpolation de trajectoire dans les packages technologiques

La fonctionnalité de trajectoire est mise à disposition dans le package technologique **PATH** qui contient les fonctionnalités du package technologique CAM. Les extensions comprennent le TO Interpolation de trajectoire et le TO Axe d'interpolation.

Par conséquent, le package technologique **CAM_EXT** contient également ces types d'objet.

Pour plus d'informations, voir **Fonctions de base Motion Control**, "Objets technologiques disponibles".

3.2 Système de coordonnées

Les fonctions d'interpolation de trajectoire présupposent un système de coordonnées cartésiennes. Le système employé est un système de coordonnées orthogonal direct selon la norme DIN 66217.

L'utilisateur effectue la programmation dans ce système orthogonal direct, indépendamment de la cinématique réelle.

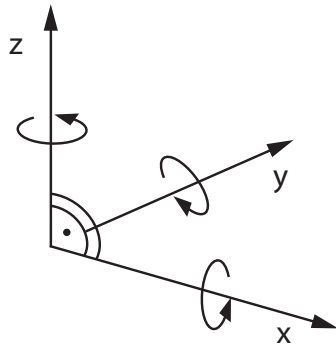


Figure 3-5 Système de coordonnées cartésiennes, système orthogonal direct

Plans principaux

Les déplacements bidimensionnels (2D) peuvent être effectués de manière simplifiée directement dans les trois plans principaux X-Y, Y-Z ou Z-X. La troisième coordonnée reste alors constante et n'est donc pas nécessaire lors de la programmation.

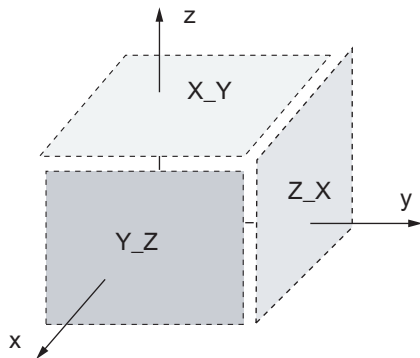


Figure 3-6 Plans principaux en 3D

3.3 Propriétés modulo

Aussi bien les axes d'interpolation que l'axe de positionnement peuvent être réglés en tant qu'axe modulo. Toutefois, aucun changement de zone modulo de l'axe d'interpolation ne peut avoir lieu dans la plage de déplacement sur trajectoire. La transformation cinématique ne tient compte des changements de zone modulo.

Par conséquent, une seule zone modulo de l'axe d'interpolation est utilisée pour la plage de déplacement de l'objet trajectoire. Pour le déplacement avec interpolation, la zone modulo est définie à l'activation de l'interpolation de trajectoire.

En d'autres termes, la transition modulo de l'axe ne doit pas se trouver dans la plage des déplacements avec interpolation. La zone modulo et le point de départ du modulo, ainsi que la position de la zone modulo par rapport à la plage de déplacement avec interpolation prévue, doivent être réglés en conséquence, par exemple au moyen des réglages du point de référence et du décalage du point de référence lors du référencement.

3.4 Unités

Toutes les valeurs relatives aux axes sont affichées en termes de grandeur et d'unité en fonction des axes correspondants (connectés).

Les coordonnées cartésiennes sont affichées dans une unité de longueur. Pour les valeurs cartésiennes, le réglage par défaut est le [mm].

Les grandeurs rotatives telles que l'angle de cercle sont indiquées par défaut en [°] et calculées en fonction des degrés.

Le calcul de la transformation utilise directement les valeurs numériques. Aucune conversion d'unité n'est effectuée pour les transformations fournies par le système. Il convient donc de régler la même unité pour les mêmes grandeurs de référence (par exemple pour les indications de longueur).

Remarque

Utilisez les mêmes unités pour tous les objets impliqués au niveau de l'objet trajectoire et ayant les mêmes grandeurs de référence (par exemple les axes linéaires en mm et les axes rotatifs en °). Evitez par exemple de mélanger les unités métriques et non métriques pour les axes impliqués.

3.5 Types d'interpolation de trajectoire

3.5.1 Types d'interpolation de trajectoire

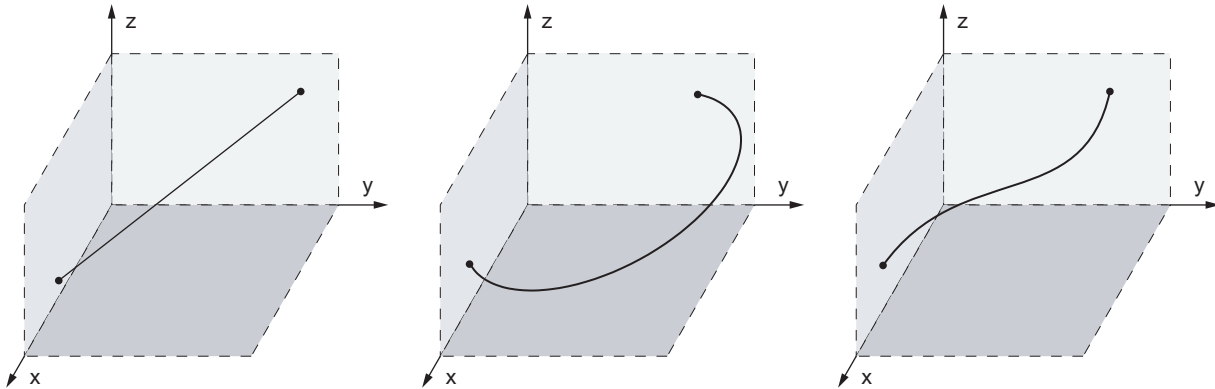


Figure 3-7 Exemples pour trajectoire linéaire en 3D, trajectoire circulaire en 3D, trajectoire polynomiale en 3D

Les modes d'interpolation suivants sont disponibles au niveau de l'objet trajectoire :

- Trajectoires linéaires (Page 27)
 - 2D dans un plan principal
 - 3D
- Trajectoires circulaires (Page 28)
 - 2D dans un plan principal avec rayon, point final et orientation
 - 2D dans un plan principal avec centre et angle
 - 2D avec un point intermédiaire et un point final
 - 3D avec un point intermédiaire et un point final
- Trajectoires polynomiales (Page 33)
 - 2D dans un plan principal avec spécification explicite des dérivées géométriques au point de départ ou couplage géométrique continu
 - 3D avec spécification explicite des dérivées géométriques au point de départ ou couplage géométrique continu
 - 2D avec spécification explicite des paramètres du polynôme
 - 3D avec spécification explicite des paramètres du polynôme

Le plan principal (2D) ou le mode 3D dans lequel le déplacement avec interpolation est effectué peut être spécifié à l'aide du paramètre **pathPlane** de la commande d'interpolation.

La troisième coordonnée de trajectoire perpendiculaire au plan principal n'est pas modifiée dans le cas d'une trajectoire 2D.

3.5.2 Structure des commandes d'interpolation de trajectoire

Les commandes d'interpolation de trajectoire suivantes sont disponibles :

- Interpolation linéaire : `_movePathLinear()`
- Interpolation circulaire : `_movePathCircular()`
- Interpolation polynomiale : `_movePathPolynomial()`

Ces commandes contiennent les paramètres suivants :

- Indication de l'instance d'objet dans `pathObjectType`
- Indication du plan de la trajectoire dans `pathPlane`
Ce paramètre permet de régler le plan de la trajectoire. Il permet de spécifier le plan principal (2D) ou le mode 3D dans lequel le déplacement avec interpolation est effectué.
- Indication du mode trajectoire dans `pathMode`
Ce paramètre permet d'indiquer si la valeur spécifiée pour le point final est absolue ou interprétée de manière relative par rapport au point de départ.
- Indication du point final dans `x`, `y`, `z`
- Indication du mode de transition progressive dans `blendingMode`
- Indication du comportement de substitution de commande dans `mergeMode`
- Indication de la transition à la commande suivante dans `nextCommand`
- Indication de l'ID de la commande dans `commandId`

Indications spécifiques pour une trajectoire linéaire (`_movePathLinear()`)

(voir Trajectoires linéaires (Page 27))

- Aucune

Indications spécifiques pour une trajectoire circulaire (`_movePathCircular()`)

(voir Trajectoires circulaires (Page 28))

- Indication du type de cercle dans `circularType`
- Indication du sens du cercle dans `circleDirection`
- Indication du mode avec point intermédiaire dans `ijkMode`
- Indication du point intermédiaire dans `i`, `j`, `k`
- Indication de l'angle de l'arc de cercle dans `arc`
- Indication du rayon du cercle dans `radius`

Indications spécifiques pour une trajectoire polynomiale (`_movePathPolynomial()`)

(voir Trajectoires polynomiales (Page 33))

- Indication du mode polynôme dans `polynomialMode`
- Indication des composantes de vecteur dans `vector1x` à `vector4z`

Indications concernant la dynamique

(voir Dynamique de trajectoire (Page 39))

- Profil de vitesse dans `velocityprofile`
- Vitesse dans `velocity`
- Accélération dans `positiveAccel`
- Décélération dans `negativeAccel`
- A-coup en début d'accélération dans `positiveAccelStartJerk`
- A-coup en fin d'accélération dans `positiveAccelEndJerk`
- A-coup en début de décélération dans `negativeAccelStartJerk`
- A-coup en fin de décélération dans `negativeAccelEndJerk`
- Sélection d'un profil spécifique dans `specificVelocityProfile`
- Spécification du profil de vitesse par un profil de came dans `profileReference`
- Point de départ d'un profil spécifique dans `profileStartPosition`
- Point final d'un profil spécifique dans `profileEndPosition`
- Adaptation aux dynamiques des axes dans `dynamicAdaption`

Indications concernant le déplacement à trajectoires synchronisées

(voir Fonctionnalité du déplacement à trajectoires synchronisées (Page 57))

- Mode de déplacement à trajectoires synchronisées dans `wMode`
- Direction du déplacement à trajectoires synchronisées dans `wDirection`
- Point final du déplacement à trajectoires synchronisées dans `w`

Indications concernant le système de coordonnées de l'objet

(voir Système de coordonnées objet (OCS) de l'objet trajectoire (Page 101))

- Indication du système de coordonnées dans `csType`
Ce paramètre permet de définir si le déplacement doit être exécuté dans le système de coordonnées de base ou dans un système de coordonnées objet.
- Indication du système de coordonnées objet dans `csNumber`
Ce paramètre permet de définir le système de coordonnées objet dans lequel le déplacement doit être effectué.

3.5.3 Trajectoires linéaires

Lors de l'interpolation de trajectoires linéaires, un point final est accosté suivant une droite, à partir de la position actuelle.

Les trajectoires linéaires sont exécutées avec la commande `_movePathLinear()`.

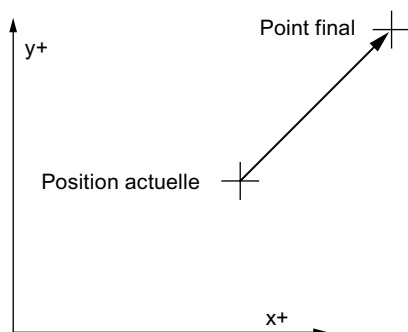


Figure 3-8 Exemple de trajectoire linéaire

Exemple de trajectoire linéaire dans ST

Dans cet exemple, la position actuelle et le point final sont situés dans le plan X-Y. Le point final est à une distance de 10 unités de la position actuelle le long des deux axes, dans le sens positif.

```
myRetDINT :=  
  _movePathLinear(  
    pathObject:=pathIPO,  
    pathPlane:=X_Y,  
    pathMode:=relative,  
    x:=10.0,  
    y:=10.0  
  );
```

3.5.4 Trajectoires circulaires

3.5.4.1 Trajectoires circulaires

Une trajectoire circulaire consiste à accoster, à partir de la position actuelle, le point final spécifié en suivant un arc de cercle.

Les trajectoires circulaires sont exécutées avec la commande **_movePathCircular()**.

L'arc de cercle peut être spécifié de différentes manières. Le mode utilisé est spécifié dans le paramètre **circularType**.

- Interpolation circulaire dans un plan principal avec rayon, point final et orientation (Page 29)
- Interpolation circulaire dans un plan principal avec centre et angle (Page 30)
- Interpolation circulaire avec point intermédiaire et point final (Page 32)

Une trajectoire circulaire ne pouvant pas être exécutée en raison de la géométrie entraîne la génération de l'erreur **50002**.

3.5.4.2 Trajectoire circulaire dans un plan principal avec rayon, point final et orientation

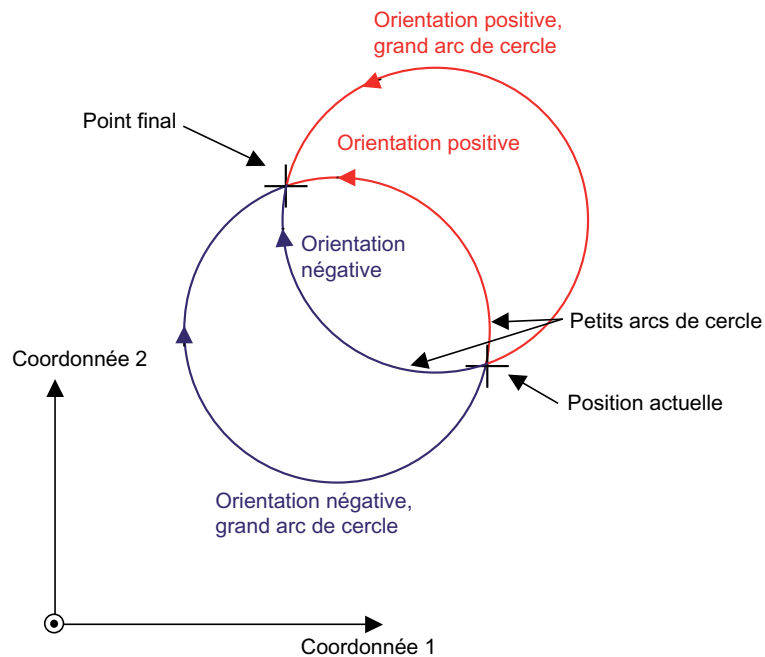


Figure 3-9 Trajectoire circulaire avec rayon, point final et orientation

Le paramétrage **circularType:= WITH_RADIUS_AND_ENDPOSITION** de la commande **_movePathCircular()** permet d'obtenir une interpolation circulaire dans un plan principal, avec indication du rayon, du point final et de l'orientation.

Le point final est accosté suivant une trajectoire circulaire à partir de la position actuelle. La position actuelle et le point final se trouvent dans le plan principal. Le rayon du cercle, l'orientation (déplacement dans le sens de rotation positif ou négatif) et le déplacement suivant le grand ou le petit arc de cercle sont spécifiés dans la commande.

La position du point final est saisie dans les paramètres x, y, z.

Exemple de trajectoire circulaire avec rayon, point final et orientation

Dans cet exemple, la position actuelle et le point final sont situés dans le plan X-Y. Le point final est à une distance de 10 unités de la position actuelle, le long de l'axe x et de l'axe y. Le déplacement est exécuté suivant le grand arc de cercle dans le sens positif.

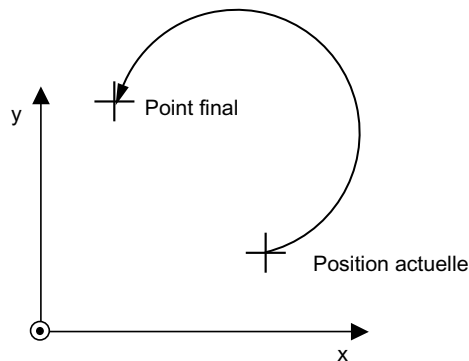


Figure 3-10 Exemple de trajectoire circulaire avec rayon, point final et orientation

```
myRetDINT :=
    _movePathCircular(
        pathObject:=pathIPO,
        pathPlane:=X_Y,
        circularType:=WITH_RADIUS_AND_ENDPOSITION,
        circleDirection:=LONG_RUN_POSITIVE,
        pathMode:=RELATIVE,
        x:=-10.0,
        y:=10.0,
        radius:=12.0
    );
```

3.5.4.3 Trajectoire circulaire avec centre et angle

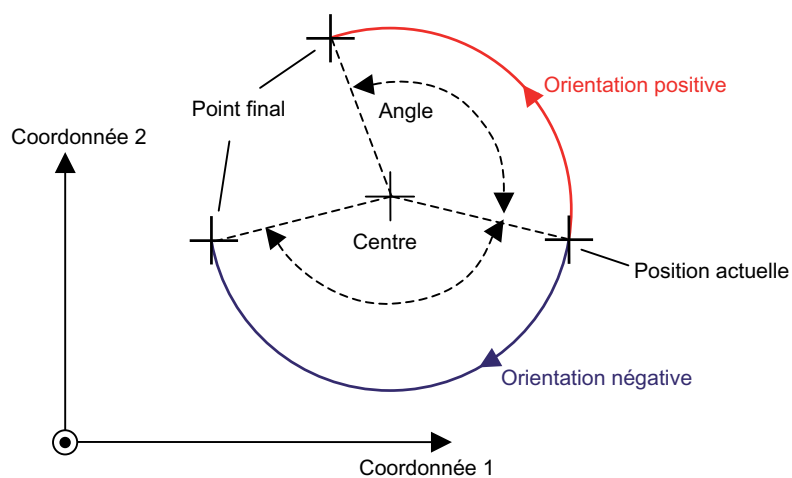


Figure 3-11 Trajectoire circulaire avec centre et angle

Le paramétrage **circularType:= BY_CENTER_AND_ARC** de la commande **_movePathCircular()** permet d'obtenir une interpolation circulaire dans un plan principal en partant de la position actuelle, avec indication du centre et de l'angle.

Le centre du cercle, l'angle du déplacement et l'orientation (déplacement dans le sens de rotation positif ou négatif) sont spécifiés dans la commande.

La position du centre du cercle est saisie dans les paramètres **i, j, k**.

Le paramètre **ijkMode** permet de définir si les coordonnées du centre du cercle sont saisies de manière absolue ou relative par rapport au point de départ, ou exploitées en fonction du réglage du paramètre **pathMode**.

Exemple de trajectoire circulaire avec centre et angle

Dans cet exemple, le centre est à une distance de 10 unités de la position actuelle le long de l'axe X. Le déplacement est de 90 degrés dans le sens positif.

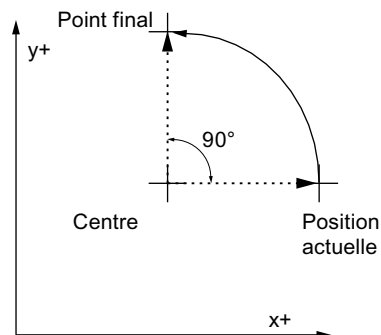


Figure 3-12 Exemple de trajectoire circulaire avec centre et angle

```
retval := _movePathCircular(
    pathObject := pathIpo,
    pathPlane := X_Y,
    circularType := BY_CENTER_AND_ARC,
    circleDirection := POSITIVE,
    ijkMode := RELATIVE,
    i := -10.0, j := 0.0,
    arc := 90.0
);
```

3.5.4.4 Trajectoire circulaire avec point intermédiaire et point final

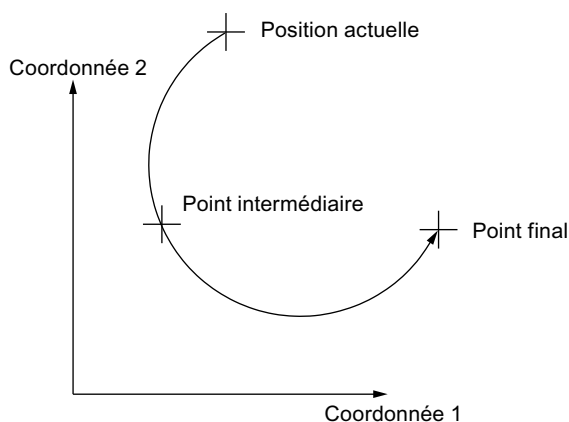


Figure 3-13 Trajectoire circulaire avec point intermédiaire et point final

Le paramétrage **circularType:= OVER_POSITION_TO_ENDPOSITION** de la commande **_movePathCircular()** permet d'obtenir une interpolation circulaire avec un point intermédiaire et un point final, en partant de la position actuelle.

La position actuelle, le point intermédiaire et le point final définissent le plan de la trajectoire circulaire.

La position du point final est saisie dans les paramètres **x, y, z**.

Le point intermédiaire est saisi dans les paramètres **i, j, k**.

Le paramètre **ijkMode** permet de définir si les coordonnées du point intermédiaire sont réglées de manière absolue ou relative par rapport au point de départ, ou exploitées en fonction du réglage du paramètre **pathMode** du point final.

Exemple de trajectoire circulaire avec point intermédiaire et point final

Dans cet exemple, le point final du cercle est à une distance de 10 unités de la position actuelle dans le sens X. Le point intermédiaire est à une distance de 5 unités de la position actuelle, dans les sens X, Y et Z.

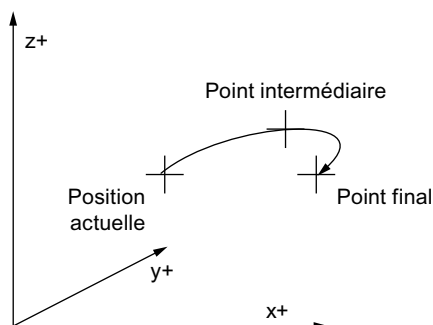


Figure 3-14 Exemple de trajectoire circulaire avec point intermédiaire et point final

```
retval := _movepathcircular(
    pathObject := pathIpo,
```



```

pathPlane := X_Y_Z,
circularType := OVER_POSITION_TO_ENDPOSITION,
pathMode := RELATIVE,
x:=10.0, y:=0.0, z:=0.0,
ijkMode := RELATIVE,
i:=5.0, j:=5.0, k:=5.0
);

```

3.5.5 Trajectoires polynomiales

3.5.5.1 Trajectoires polynomiales

Un segment de polynôme permet de répondre aussi bien à l'exigence d'une transition à vitesse et à accélération continues entre deux éléments de géométrie qu'à celle de formes de courbe à programmation flexible, par exemple en provenance d'un système CAO de niveau supérieur.

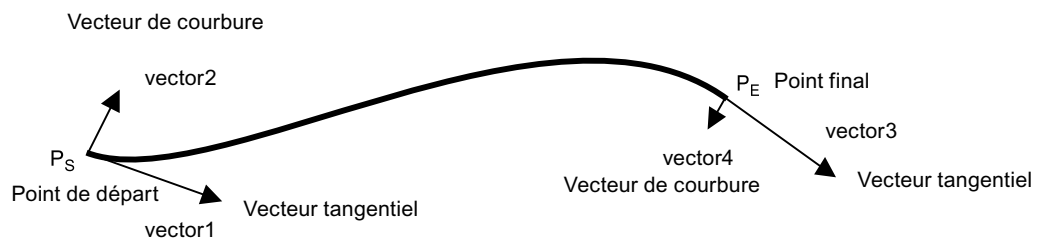
Outre le point de départ (P_S) du polynôme, présent de manière implicite, les paramètres de la commande **_movePathPolynomial()** permettent d'indiquer le point final (P_E) ainsi que quatre vecteurs tridimensionnels permettant de définir les coefficients du polynôme.

Les vecteurs sont saisis dans la commande par l'intermédiaire de leurs composantes, c.-à-d. par exemple le **vector1** par l'intermédiaire des paramètres de commande **vector1x**, **vector1y**, **vector1z**.

Le polynôme peut être défini de trois manières :

- Spécification directe des coefficients du polynôme (Page 35)
- Spécification explicite des données du point de départ (Page 35)
- Ajouter en continu (Page 37)

Pour les deux modes **Spécification explicite des données du point de départ** et **Ajouter en continu**, les dérivées au point de départ et au point final du polynôme sont nécessaires. Elles peuvent être déterminées au moyen de fonctions intégrées.



Première dérivée géométrique $\dot{P} = \frac{dP}{ds}$; $|\dot{P}| = 1$
(vecteur tangentiel)

Deuxième dérivée géométrique $\ddot{P} = \frac{d^2P}{ds^2}$
(vecteur de courbure)

Figure 3-15 Description du polynôme par indication des dérivées géométriques

Transition continue entre deux trajectoires linéaires

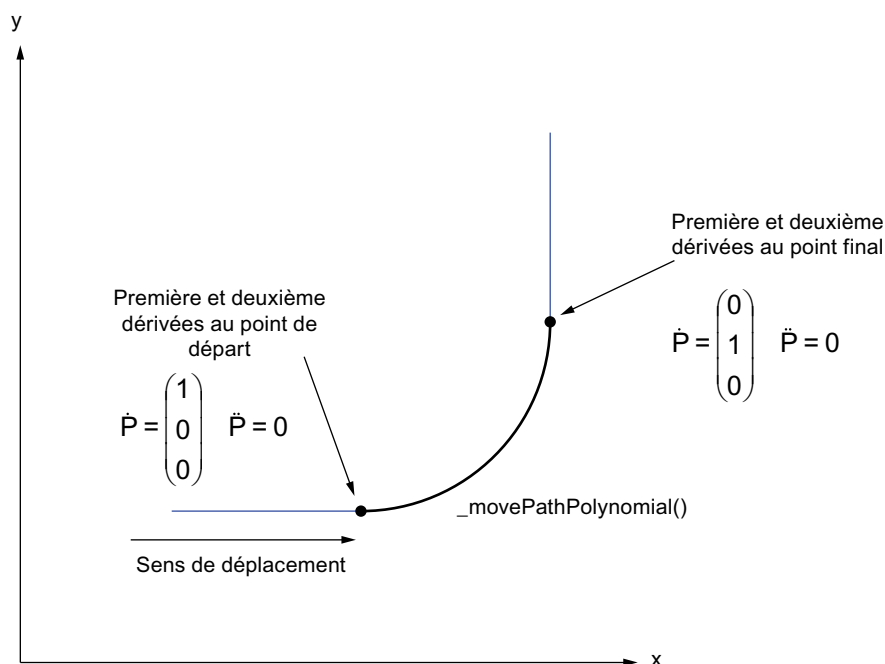


Figure 3-16 Indication des dérivées lors de la transition polynomiale entre deux trajectoires linéaires

Les dérivées au point final de la géométrie précédente et au point de départ de la géométrie suivante peuvent être déterminées à l'aide des commandes `_getLinearPathGeometricData()`, `_getCircularPathGeometricData()` et `_getPolynomialPathGeometricData()`.

Une trajectoire polynomiale ne pouvant pas être exécutée en raison de la géométrie entraîne l'erreur **50002**.

Influence du point de départ et du point final

En cas d'utilisation de polynômes, il est nécessaire d'assurer leur liaison continue aux segments de trajectoire précédent et suivant. Selon le point de départ et le point final choisis, il en résultera différentes trajectoires polynomiales pouvant s'écarter considérablement d'une trajectoire circulaire.

Le graphique suivant montre la tracé d'une trajectoire polynomiale avec différents points de départ :

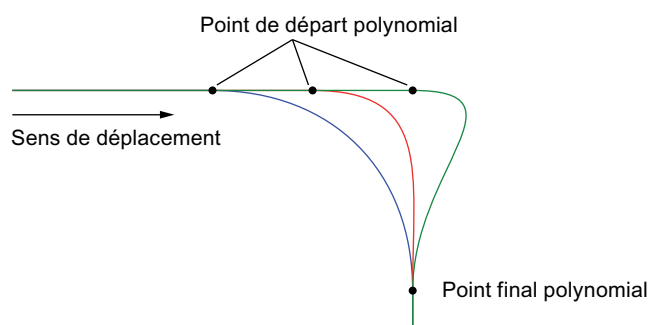


Figure 3-17 Comportement d'une trajectoire polynomiale avec différents points de départ

3.5.5.2 Trajectoire polynomiale - Spécification directe des coefficients du polynôme

La spécification des coefficients du polynôme (`polynomialMode:=SETTING_OF_COEFFICIENTS()`) permet de définir la trajectoire polynomiale par une fonction du 5e degré :

$$P = A_0 + A_1 \cdot p + A_2 \cdot p^2 + A_3 \cdot p^3 + A_4 \cdot p^4 + A_5 \cdot p^5, p \in [0,1]$$

- **vector1** : A_2
- **vector2** : A_3
- **vector3** : A_4
- **vector4** : A_5
- A_0 et A_1 résultent du point de départ et du point final, ainsi que des coefficients prédéfinis. Pour la zone de paramètres mentionnée ci-dessus, ceci signifie que :
 - A_0 = point de départ
 - A_1 = point final - point de départ - A_2 - A_3 - A_4 - A_5

3.5.5.3 Trajectoires polynomiales - Spécification explicite des données du point de départ

Dans le cas du paramétrage `polynomialMode:=SPECIFIC_START_DATA` et de la spécification explicite des données du point de départ, il est nécessaire d'indiquer non seulement les dérivées au point final du polynôme, mais aussi les deux dérivées géométriques au point de départ du polynôme.

Le paramétrage des dérivées doit être le suivant :

- **vector1** : première dérivée géométrique / vecteur tangentiel au point de départ
- **vector2** : deuxième dérivée géométrique / vecteur de courbure au point de départ
- **vector3** : première dérivée géométrique / vecteur tangentiel au point final
- **vector4** : deuxième dérivée géométrique / vecteur de courbure au point final

Exemple de trajectoire polynomiale avec spécification explicite des données du point de départ

Cet exemple relie une trajectoire linéaire et une trajectoire circulaire :

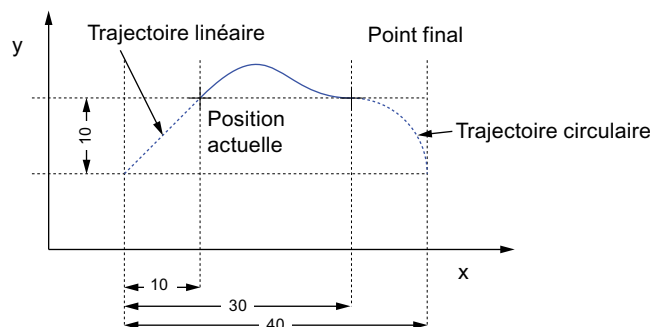


Figure 3-18 Exemple de trajectoire polynomiale avec spécification explicite des données du point de départ

3.5 Types d'interpolation de trajectoire

Il convient de calculer d'abord les deux dérivées au point de départ du polynôme avec la fonction **_getLinearPathGeometricData()** qui calcule les deux dérivées au point final de la droite (point de départ du polynôme) à partir des coordonnées de la droite.

Les deux dérivées au point final du polynôme sont calculées ensuite avec la commande **_getCircularPathGeometricData()**; à partir du point de départ de l'arc de cercle (point final du polynôme).

```
// StartPoly doit être défini comme
StructRetGetLinearPathGeometricData.
//
// EndPoly doit être défini comme
StructRetGetCircularPathGeometricData.
//
StartPoly :=
    _getLinearPathGeometricData (
        pathObject:=pathIPO,
        pathPlane:=X_Y,
        pathMode:=ABSOLUTE,
        xStart:=10.0,
        yStart:=10.0,
        xEnd:=20.0,
        yEnd:=20.0,
        pathPointType:=END_POINT
    );
EndPoly :=
    _getCircularPathGeometricData (
        pathObject:=pathIPO,
        pathPlane:=X_Y,
        circularType:=WITH_RADIUS_AND_ENDPOSITION,
        circleDirection:=NEGATIVE,
        pathMode:=ABSOLUTE,
        xStart:=40.0,
        yStart:=20.0,
        xEnd:=50.0,
        yEnd:=10.0,
        radius:=10.0,
        pathPointType:=START_POINT
    );
myRetDINT :=
    _movePathPolynomial (
        pathObject:=pathIPO,
        pathPlane:=X_Y,
        pathMode:=ABSOLUTE,
        polynomialMode:=SPECIFIC_START_DATA,
        x:=40.0,
        y:=20.0,
        vector1x:=StartPoly.firstGeometricDerivative.x,
        vector1y:=StartPoly.firstGeometricDerivative.y,
        vector2x:=StartPoly.secondGeometricDerivative.x,
        vector2y:=StartPoly.secondGeometricDerivative.y,
        vector3x:=EndPoly.firstGeometricDerivative.x,
        vector3y:=EndPoly.firstGeometricDerivative.y,
        vector4x:=EndPoly.secondGeometricDerivative.x,
```

```
vector4y:=EndPoly.secondGeometricDerivative.y
);
```

3.5.5.4 Trajectoires polynomiales - Ajouter en continu

Le paramétrage **polynomialMode:=ATTACHED_STEADILY** permet de relier les trajectoires polynomiales à un segment de trajectoire précédent de manière continue. Les dérivées géométriques au point de départ du polynôme sont reprises de la géométrie précédente, de sorte qu'il ne reste plus qu'à indiquer directement les première et deuxième dérivées géométriques au point final.

Les deux dérivées doivent être spécifiées de la manière suivante dans la commande du polynôme :

- **vector1** : première dérivée géométrique / vecteur tangentiel au point final
- **vector2** : deuxième dérivée géométrique / vecteur de courbure au point final

S'il n'est pas possible de déterminer la dérivée géométrique au point de départ (lorsque aucun déplacement actuel n'est présent), la commande n'est pas exécutée et le message d'erreur 50002 "Calcul de l'élément géométrique impossible, raison 3" est émis.

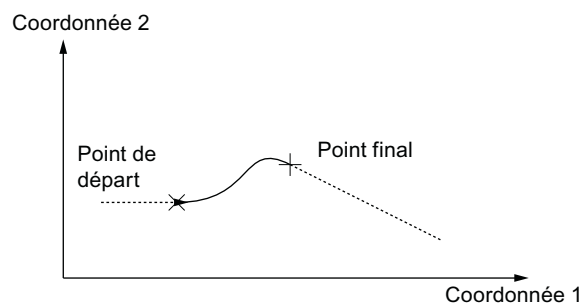


Figure 3-19 Trajectoire polynomiale - Ajouter en continu

Exemple de trajectoire polynomiale avec Ajouter en continu

Dans cet exemple, deux droites sont reliées par un polynôme.

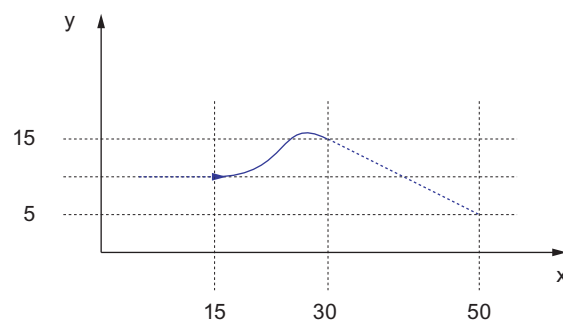


Figure 3-20 Exemple de trajectoires polynomiales avec Ajouter en continu

Il convient de calculer d'abord les deux dérivées au point final du polynôme avec la fonction **getLinearPathGeometricData()** qui restitue une structure avec les dérivées en tant que valeur

3.5 Types d'interpolation de trajectoire

de retour. La fonction calcule les dérivées au point de départ des droites (point final du polynôme) à partir des coordonnées du point de départ et du point final des droites.

```
// EndPoly doit être défini comme
StructRetGetLinearPathGeometricData.
//
EndPoly :=
    _getLinearPathGeometricData (
        pathObject:=pathIPO,
        pathPlane:=X_Y,
        pathMode:=ABSOLUTE,
        xStart:=30.0,
        yStart:=15.0,
        xEnd:=50.0,
        yEnd:=5.0,
        pathPointType:=START_POINT
    );
myRetDINT :=
    _movePathPolynomial (
        pathObject:=pathIPO,
        pathPlane:=X_Y,
        pathMode:=ABSOLUTE,
        polynomialMode:=ATTACHED_STEADILY,
        x:=30.0,
        y:=15.0,
        vector1x:=EndPoly.firstGeometricDerivative.x,
        vector1y:=EndPoly.firstGeometricDerivative.y,
        vector2x:=EndPoly.secondGeometricDerivative.x,
        vector2y:=EndPoly.secondGeometricDerivative.y
    );
```

3.6 Dynamique de trajectoire

3.6.1 Dynamique de trajectoire

La dynamique de trajectoire peut être définie par la spécification de valeurs dynamiques ou d'un profil dynamique.

Les valeurs limites de dynamique des axes individuels lors du parcours de la trajectoire peuvent être prises en compte optionnellement.

Un message d'erreur est émis en cas de dépassement des valeurs dynamiques.

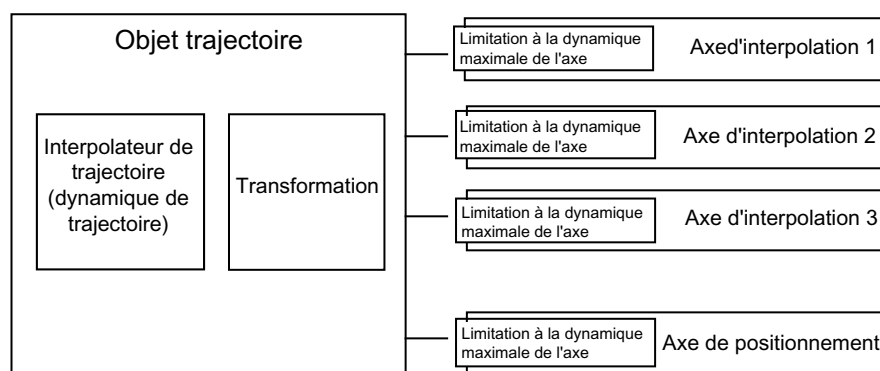


Figure 3-21 Dynamique de trajectoire lors de l'interpolation de trajectoire et limitation de la dynamique au niveau de l'axe

3.6.2 Spécification de la dynamique de trajectoire

La dynamique de trajectoire peut être spécifiée de trois manières différentes dans la commande de déplacement correspondante :

- Spécification de la dynamique de trajectoire par le biais de paramètres de commande
- Spécification de la dynamique de trajectoire par le biais d'un profil de vitesse/profil de came
- Spécification de la dynamique de trajectoire par le biais de DynamicsIn

Spécification de la dynamique de trajectoire par le biais de paramètres de commande

Les valeurs dynamiques (vitesse, accélération et éventuellement à-coup) sont spécifiées de manière explicite par l'indication du type de profil de vitesse.

L'interpolateur de trajectoire calcule le profil de vitesse pour le déplacement avec interpolation. Les critères de calcul du profil de vitesse sont :

3.6 Dynamique de trajectoire

- Les valeurs dynamiques de vitesse, d'accélération et d'à-coup spécifiées au niveau de la commande de déplacement avec interpolation
- Le type de profil de vitesse réglé dans **velocityProfile** :
 - **TRAPEZOIDAL** : sans limitation d'à-coups, la trajectoire étant parcourue avec une vitesse et une décélération constantes.
 - **SMOOTH** : avec limitation d'à-coups, la trajectoire étant parcourue avec une caractéristique d'accélération et de décélération continue.

Spécification de la dynamique de trajectoire par le biais d'un profil de vitesse/profil de came

L'objet trajectoire peut être connecté à un profil de came pour la spécification d'un profil de vitesse.

La vitesse ainsi que les grandeurs dérivées pour l'accélération et éventuellement l'à-coup sont reprises du profil de vitesse.

La grandeur de référence (domaine de définition) est la longueur de trajectoire. Afin d'exclure les erreurs d'arrondi lors du calcul de la longueur de trajectoire et de permettre un calcul optimisé des profils sur plusieurs déplacements, il est possible de programmer en même temps des paramètres pour le point de départ et le point final du domaine de définition du profil de came du déplacement correspondant.

A la fin de la commande, le déplacement est également effectué avec la dynamique spécifiée dans le profil.

Si d'autres déplacements sont programmés à la suite, cette dynamique sera utilisée pour la transition à la nouvelle commande de déplacement. Les réglages éventuels du comportement de la trajectoire à la fin du déplacement sont ignorés.

Si aucun déplacement suivant n'est programmé ou si un arrêt doit être effectué à la fin de la commande, la dynamique devra être paramétrée dans le profil de telle manière qu'un arrêt soit possible à la fin du déplacement : vitesse 0 avec une dynamique de freinage pouvant être réalisée de manière sûre.

De plus, les valeurs dynamiques valables au niveau de la commande ont un effet de limitation sur la dynamique du profil, en tenant compte du type de profil de vitesse spécifié.

Spécification de la dynamique de trajectoire par le biais de DynamicsIn

A partir de V4.3, la dynamique de trajectoire peut être spécifiée par le biais de DynamicsIn. La position prescrite dans le vecteur DynamicsIn se rapporte à la distance/longueur de trajectoire. La position doit être spécifiée avec la vitesse et l'accélération en ce point de la trajectoire. Ces valeurs doivent être transmises cycliquement au TO par des variables système ou par connexion TO.

La planification et l'adaptation de la dynamique du TO trajectoire sont entièrement désactivées, ce qui signifie qu'il n'y a ni limitation ni surveillance.

Les limitations de la dynamique des axes restent actives.

3.6.3 Limitations de la dynamique de trajectoire

Limitations technologiques

Les consignes résultant de l'interpolation de trajectoire de chaque axe sont limitées, au niveau de chaque axe d'interpolation ou de positionnement pour déplacement à trajectoires synchronisées, aux valeurs limites de dynamique spécifiques à chaque axe.

Les valeurs dynamiques des axes de l'objet trajectoire ne sont prises en compte que si cela a été programmé (paramètre de commande **blendingMode := ACTIVE_WITH_DYNAMIC_ADAPTION** et/ou **dynamicAdaption <> INACTIVE**).

Dans les variables système **limitsOfPathDynamics**, il est possible de définir les limitations pour la vitesse, l'accélération et l'à-coup sur trajectoire. Les modifications apportées aux variables système prennent effet immédiatement.

Les valeurs dynamiques maximales de la trajectoire résultent du minimum des paramètres dynamiques réglés dans la commande, des valeurs limites de dynamique de la trajectoire spécifiées dans les variables système (**limitsOfPathDynamics**) et, si programmées, des valeurs dynamiques maximales des axes le long de la trajectoire.

Veuillez noter que lorsque l'adaptation dynamique est active, la vitesse sur trajectoire sera réduite le cas échéant même si les limites dynamiques des axes ne sont pas dépassées même sans adaptation dynamique active.

En raison d'une réserve prise en compte pour l'adaptation dynamique active, la dynamique de trajectoire n'atteindra pas toujours la valeur maximale qui est possible.

La limitation des valeurs de dynamique des différents axes peut provoquer des écarts de dynamique et de distance sur la trajectoire. La dynamique de trajectoire et les valeurs limites des axes doivent être réglées de manière à éviter un dépassement des valeurs limites des axes lors du déplacement avec interpolation.

Prise en compte des valeurs limites de dynamique des axes d'interpolation

Au niveau de l'objet trajectoire, il est possible d'établir une relation avec les valeurs limites de dynamique de l'axe par l'intermédiaire du paramètre de commande **dynamicAdaption**. Les réglages suivants sont possibles :

3.6 Dynamique de trajectoire

- Pas de prise en compte des valeurs dynamiques maximales des axes d'interpolation (**INACTIVE**)
Avec ce réglage, les valeurs limites axiales ne sont pas prises en compte dans l'interpolation de trajectoire. Les limitations au niveau des axes d'interpolation étant actives, un dépassement éventuel peut entraîner une erreur de consigne de la trajectoire (erreur de trajectoire côté consigne).
Le réglage est pertinent :
 - en l'absence de valeurs dynamiques transformées ;
 - si un dépassement des valeurs limites axiales peut être exclu au préalable, par exemple par une phase de mise en service ;
 - si les valeurs limites axiales ont déjà été prises en compte de manière applicative, par exemple par le calcul d'un profil de vitesse optimisé ;
 - en présence de mouvements d'axes superposés.
- Réduction de la dynamique de trajectoire maximale en fonction des valeurs dynamiques maximales des axes d'interpolation (**ACTIVE_WITH_CONSTANT_LIMITS**)
Dans l'interpolateur de trajectoire, la vitesse et l'accélération de la trajectoire sont limitées aux valeurs maximales des coordonnées cartésiennes, qui sont calculées à partir des valeurs maximales réglées pour chaque axe d'interpolation.
Les valeurs limites d'à-coup de la planification préliminaire de la trajectoire, spécifiques à l'axe, ne sont pas prises en compte. L'à-coup peut cependant être limité lorsque la surveillance pathMotion de l'axe d'interpolation est paramétrée en conséquence. Ceci peut alors entraîner une erreur de trajectoire côté consigne.
Lorsque les valeurs limites de la dynamique d'un axe sont atteintes, c.-à-d. que la vitesse / l'accélération sur trajectoire programmées ne peuvent pas être atteintes en raison de ces valeurs limites, une alarme est émise.
Toute modification en ligne des valeurs limites de la dynamique des axes d'interpolation prennent effet immédiatement, néanmoins pas pour la commande de déplacement déjà active ou décodée.
- Réduction segment par segment de la dynamique de trajectoire maximale en fonction des valeurs dynamiques maximales des axes d'interpolation dans ces segments (**ACTIVE_WITH_VARIABLE_LIMITS**)
Ce réglage correspond à **ACTIVE_WITH_CONSTANT_LIMITS**, la trajectoire étant toutefois segmentée. Le déplacement est plus rapide dans l'ensemble et la vitesse n'est pas constante sur l'ensemble de la trajectoire.

Au niveau de l'objet trajectoire, la variable système

kinematicsData.transformationsOfDynamics permet de déterminer si les valeurs disponibles pour la dynamique maximale des axes sont transformées. Si ce n'est pas le cas, la dynamique de trajectoire sera toujours limitée par les valeurs limites de dynamique maximales de l'objet trajectoire, indépendamment du réglage du paramètre de commande **dynamicAdaption**.

Différence entre **ACTIVE_WITH_CONSTANT_LIMITS** et **ACTIVE_WITH_VARIABLE_LIMITS**

La figure suivante montre la différence entre **ACTIVE_WITH_CONSTANT_LIMITS** et **ACTIVE_WITH_VARIABLE_LIMITS**. Deux trajectoires circulaires sont exécutées avec un portail 2D avec les vitesses maximales suivantes :

- **Axe_X** : 500 mm/s
- **Axe_Y** : 200 mm/s

La vitesse sur trajectoire définie dans les commandes de trajectoire est de 400 mm/s.

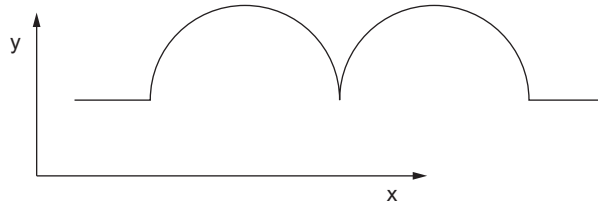


Figure 3-22 Exemple : Limitations de la dynamique de trajectoire

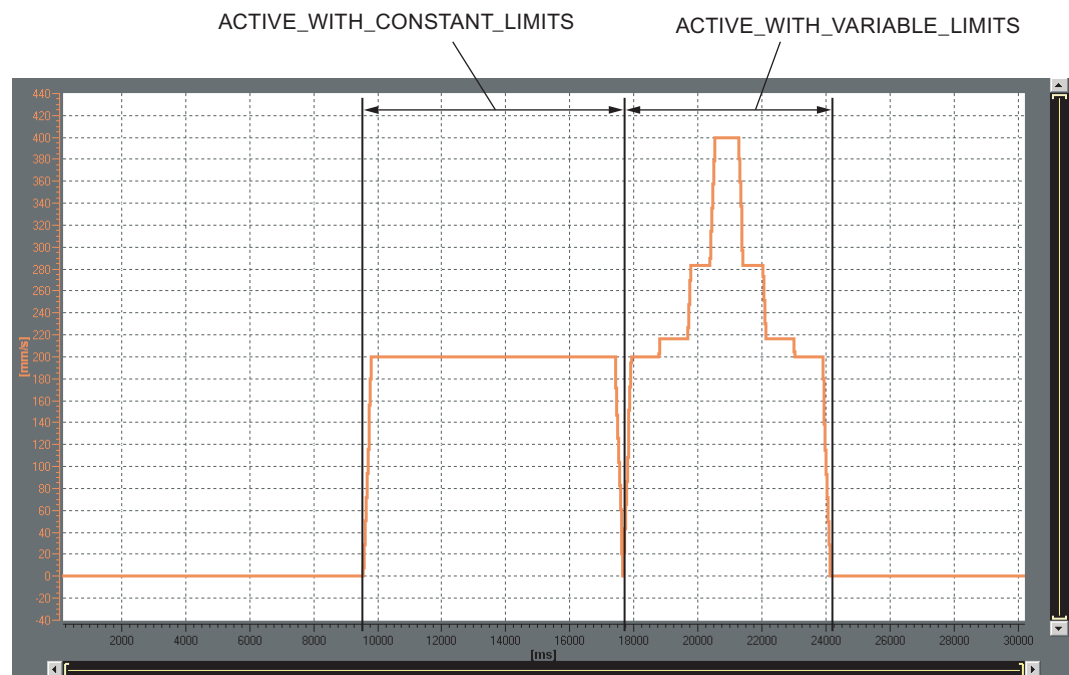


Figure 3-23 Trace : ACTIVE_WITH_CONSTANT_LIMITS, ACTIVE_WITH_VARIABLE_LIMITS

Correction de vitesse

Une correction de vitesse (variable système **override.velocity**) et une correction d'accélération (variable système **override.acceleration**) sont disponibles au niveau de l'objet trajectoire.

3.7 Arrêt et reprise du déplacement avec interpolation

La commande **_stopPath()** permet d'arrêter le déplacement avec interpolation courant. Un déplacement avec interpolation arrêté mais pas annulé peut être repris avec la commande **_continuePath()**.

Lors de la reprise du déplacement avec interpolation, les propriétés de déplacement (profil de vitesse, accélération, etc.) de la commande de trajectoire interrompue sont utilisées. A partir de SIMOTION V4.2, il est possible de définir directement d'autres paramètres de dynamique au niveau de la commande **_continuePath()**.

Afin de pouvoir reprendre de manière applicative la position à laquelle un déplacement avec interpolation a été annulé, la dernière consigne de position calculée sur la trajectoire est indiquée dans la variable système **abortPosition**.

Comportement dynamique avec **_stopPath()**

La commande **_stopPath()** permet de définir le comportement dynamique en décélération. Si la dynamique de freinage de la commande **_stopPath()** est inférieure à la dynamique de freinage de la commande de déplacement active, cela risque d'entraîner des erreurs.

Si l'objet trajectoire peut stopper avec le comportement dynamique défini dans la commande **_stopPath()** sur les segments de trajectoire déjà définis (c.-à-d. sur le segment de trajectoire de la commande active ou sur celui de la commande du tampon), l'objet trajectoire exécutera l'arrêt sans erreur.

Si l'objet trajectoire ne peut pas stopper avec le comportement dynamique défini dans la commande **_stopPath()** jusqu'à la fin de la trajectoire déjà définie, le comportement défini est le suivant :

- l'interpolation de trajectoire se termine,
- chaque axe décélère avec la dynamique maximale définie dans l'axe,
- le message d'erreur **50006** est généré.

Exemple : La trajectoire suivante est constituée de trois commandes de déplacement avec des transitions progressives. C.-à-d. que la seconde commande est enregistrée dans le tampon lorsque la première commande est active, que la troisième est enregistrée dans le tampon lorsque la seconde est active et que la troisième est exécutée jusqu'au bout lorsqu'elle est active.

1.) **_movePathLinear()**

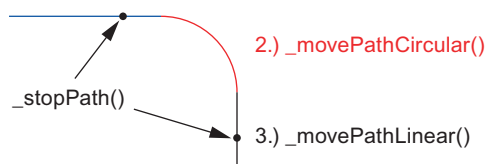


Figure 3-24 Comportement dynamique avec **_stopPath()**

Lorsque **_stopPath()** est appelé avec une dynamique réduite dans le premier segment de trajectoire linéaire, l'objet trajectoire décélère avec la dynamique définie dans la commande **_stopPath()**. L'objet trajectoire stoppe le cas échéant dans le segment circulaire sans quitter le profil de trajectoire.

Lorsque **_stopPath()** est appelé avec une dynamique réduite dans le second segment de trajectoire linéaire, l'objet trajectoire ne peut pas stopper jusqu'à la fin de la trajectoire définie.

Les axes décélèrent avec la dynamique maximale en quittant le profil de trajectoire le cas échéant et l'erreur **50006** est émise.

3.8 Comportement de la trajectoire à la fin du déplacement

3.8.1 Comportement de la trajectoire à la fin du déplacement

Le comportement à la fin du déplacement résulte, en cas de spécification de la dynamique de trajectoire par l'intermédiaire d'un profil de vitesse, de la dynamique spécifiée dans le profil pour le point final de la trajectoire.

En cas de spécification de la dynamique de trajectoire par le biais de paramètres dynamiques, la transition peut être paramétrée. Outre l'arrêt en fin de commande, il est possible de relier de manière dynamique deux segments de trajectoire consécutifs entre eux, si bien qu'un freinage n'est pas nécessaire, voir aussi le *manuel Axe, chapitre Positionnement avec transition progressive*.

Lors de cette transition progressive, l'interpolation de trajectoire ne génère pas de segments intermédiaires pour l'arrondissement.

En tenant compte des valeurs limites axiales, on obtient ainsi 3 types de transition qui peuvent être réglées dans le paramètre **blendingMode** de la commande suivante respective :

- Arrêt à la fin du déplacement (Page 47) (**blendingMode:=INACTIVE**)
- Transition progressive avec adaptation de la dynamique (Page 47) (**blendingMode:=ACTIVE_WITH_DYNAMIC_ADAPTION**)
- Transition progressive sans adaptation de la dynamique (Page 48) (**blendingMode:=ACTIVE_WITHOUT_DYNAMIC_ADAPTION**)

Le paramètre **blendingMode** est exploité uniquement si la commande est programmée avec **mergeMode:=SEQUENTIAL** ou **mergeMode:=NEXT_MOTION**.

Le mode de transition progressive est indiqué dans la commande de mouvement dans laquelle la transition progressive doit avoir lieu.

La planification de la dynamique se fait via deux commandes de mouvement. A partir de SIMOTION V4.3, la planification de la dynamique peut être réglée via trois commandes de mouvement, soit la commande de mouvement actuelle et les première et deuxième commandes de mouvement suivantes (réglage par défaut à la création d'un nouvel objet trajectoire). Ceci permet une transition progressive sur les commandes intermédiaires courtes sans réduction de vitesse.

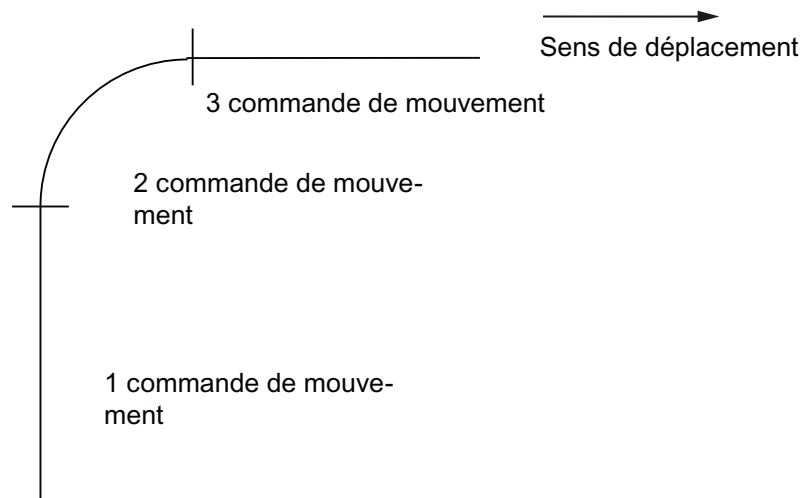


Figure 3-25 Planification de la dynamique via 3 commandes de mouvement

3.8.2 Arrêt à la fin du déplacement

Le déplacement se termine à la position de destination de la commande de déplacement sur trajectoire. La vitesse et l'accélération sur trajectoire sont nulles. Un nouveau déplacement avec interpolation éventuellement présent n'est activé qu'à la fin de la génération de la consigne **END_OF_INTERPOLATION**.

3.8.3 Transition progressive avec adaptation de la dynamique

Lors de la transition progressive entre deux segments de trajectoire consécutifs, le système prend en charge une transition à vitesse continue (en présence d'un type de profil de vitesse **TRAPEZOIDAL**) ou à vitesse et à accélération constante (en présence d'un type de profil de vitesse **SMOOTH**).

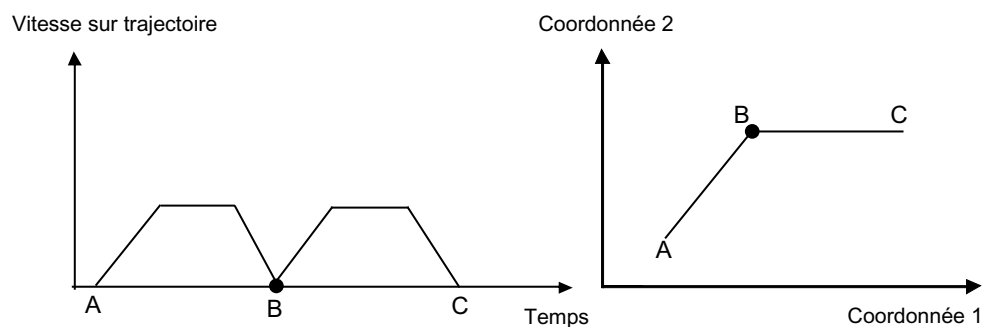


Figure 3-26 Exemple de transition progressive avec adaptation de la dynamique : Droite-droite

Avec ce réglage, les valeurs limites de la dynamique des axes sont prises en compte directement pour le calcul du profil de déplacement de la transition progressive entre trajectoires.

La vitesse de transition progressive est en outre définie en fonction des valeurs limites axiales de la vitesse et de l'accélération.

Pour les transitions entre trajectoires non tangentielles (coins), la vitesse sur trajectoire est réduite de telle manière qu'aucun saut de vitesse supérieur à l'accélération maximale ne se produit pour les axes impliqués. Il en résulte un arrondissement du point final de la trajectoire en fonction de la vitesse.

Veuillez noter que lorsque l'adaptation de la dynamique est activée, la dynamique de l'axe est limitée à la valeur la plus faible de l'accélération et de la décélération de l'axe. En d'autres termes, lorsque l'axe possède une accélération maximale de 1000 mm/s^2 et une décélération maximale de 500 mm/s^2 , la valeur utilisée pour le calcul sera celle de la décélération.

3.8.4 Transition progressive sans adaptation de la dynamique

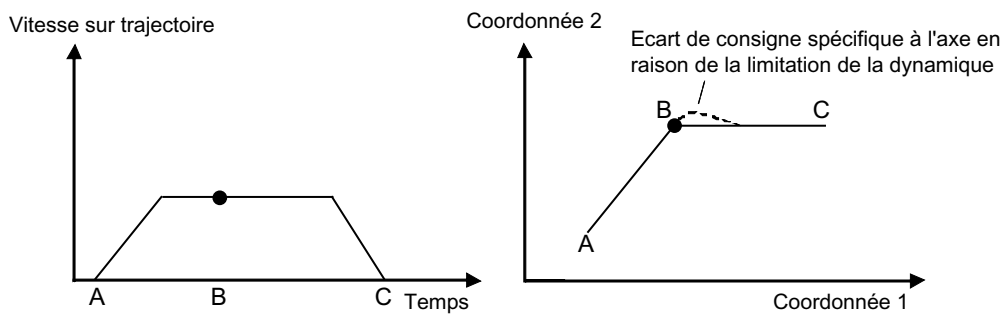


Figure 3-27 Exemple de transition progressive sans adaptation de la dynamique : Droite-droite

Avec ce réglage, les valeurs limites de la dynamique des axes ne sont pas prises en compte lors de la transition progressive entre trajectoires.

La vitesse sur trajectoire est définie en tant que grandeur scalaire indépendante de la direction et de la courbure.

Une liaison non tangentielle de segments de trajectoire n'a pas d'influence sur le profil de vitesse sur trajectoire. Pour cette raison, la vitesse n'est pas réduite lors de la transition progressive.

Etant donné que les consignes générées dans l'objet trajectoire pour chaque axe sont limitées au niveau des axes par les valeurs limites de dynamique spécifiques aux axes, il peut en résulter une erreur de consigne de l'axe par rapport à la consigne provenant de l'interpolation de trajectoire. Ceci entraîne finalement une déviation spécifique à l'axe par rapport à la trajectoire dans la zone de transition progressive.

Ce mode peut s'avérer utile, par exemple, lorsque les valeurs limites de la dynamique des axes doivent être respectées sur la trajectoire (notamment lors de l'accostage de positions), mais qu'une erreur de consigne de l'axe par rapport à la trajectoire est acceptée dans la zone de transition progressive au niveau des transitions entre segments.

3.8.5 Transition progressive et relayage avec insertion de segments intermédiaires

Transition progressive avec insertion de segments de transition progressive

La transition progressive avec insertion de segments de transition consiste à insérer un segment de transition progressive entre les deux segments de trajectoire. Il est possible d'insérer des segments circulaires ou des segments de polynôme. Une autre possibilité consiste à effectuer un arrêt précis ou une transition progressive sans modification de la géométrie de la trajectoire aux transitions.

Des segments intermédiaires peuvent également être insérés pour les déplacements relayants avec interpolation.

Segment de transition progressive :

Un segment de transition progressive peut être un segment de polynôme ou, entre deux blocs linéaires, un segment circulaire.

La transition de commande est le début de la transition progressive. La longueur de trajectoire du segment de transition progressive et du "segment résiduel" est transmise en entier sur la 2e commande de mouvement.

Transition progressive avec insertion d'un segment de polynôme :

La transition progressive avec insertion d'un segment de polynôme est possible entre tous les types de trajectoire. Entre les segments et la trajectoire polynomiale, la transition se fait à position, vitesse et accélération continues.

Transition progressive avec insertion d'un segment circulaire :

La transition progressive avec insertion d'un segment circulaire est possible entre 2 blocs linéaires. Entre les segments linéaires et la trajectoire circulaire, la transition se fait à position et vitesse continues.

Pour la détermination du segment circulaire de transition progressive, il est nécessaire de connaître le point de départ du segment de transition progressive (SU), le point final du segment de transition progressive (EU) et le rayon de transition progressive à partir du point de départ et du point final communs (SE) des segments 1 et 2 (voir figure ci-dessous). Les distances comprises entre SE et SU et entre SE et EU correspondent à la distance de transition progressive programmée a . La distance de transition progressive programmée ne correspond pas à la distance géométrique située entre les points, mais aux longueurs de trajectoire des segments 1 et 2 à partir de SE (ceci n'est pertinent que pour les segments non linéaires). Comme jusqu'à présent, le point final SE est programmé comme point de destination du segment 1.

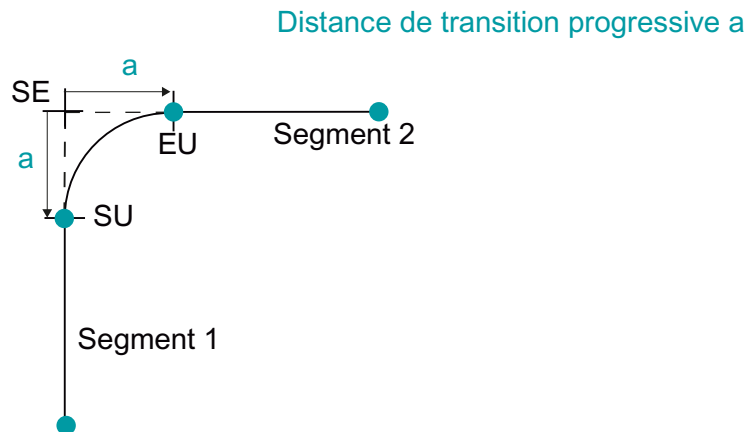


Figure 3-28 Insertion d'un segment circulaire de transition progressive entre 2 segments de trajectoire linéaires

Dans le cas de commandes de trajectoire non linéaire, l'insertion d'un segment circulaire est refusée et déclenche une alarme technologique :

"50013 Segment de transition progressive impossible, raison 2 : un segment circulaire de transition progressive peut être inséré uniquement entre des blocs linéaires".

Relayage avec insertion de segments de transition

Comportement avant V4.3

Lorsque **mergeMode:=IMMEDIATELY**, le déplacement avec interpolation actuel est relayé immédiatement par le nouveau déplacement avec interpolation et les paramètres de dynamique de la nouvelle commande de mouvement, quel que soit le réglage du paramètre **blendingMode**.

Comportement à partir de V4.3

Le système permet l'insertion de segments de transition même pour les déplacements relayants avec interpolation. Lors du relayage, les réglages des paramètres **blendingMode** et **transitionType** prennent effet également. Lorsque **blendingMode:=INACTIVE**, le comportement relayant est le même qu'avant V4.3. Lorsque **blendingMode:=ACTIVE_WITHOUT_DYNAMIC_ADAPTION** ou **blendingMode:=ACTIVE_WITH_DYNAMIC_ADAPTION**, le comportement dépend du réglage du paramètre **transitiontype** :

- **transitionType:=DIRECT** : (mode compatibilité, réglage par défaut) comportement relayant comme avant V4.3, pas de segment de transition, transition directe.
- **transitionType:=STOP** : décélération du déplacement actif avec interpolation jusqu'à l'arrêt, puis démarrage du nouveau déplacement avec interpolation, prise d'effet immédiate des valeurs de dynamique du nouveau déplacement avec interpolation (donc également pour le mouvement d'arrêt).
- **transitionType:=POLYNOMIAL | CIRCULAR** : le système insère un segment de transition à partir de la position actuelle de la trajectoire ; la distance de transition progressive est ajoutée au point actuel de la trajectoire.

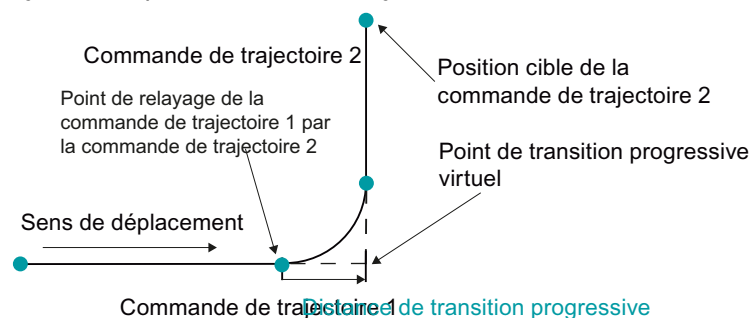


Figure 3-29 Transition progressive pour commandes relayantes

Le point de transition progressive ainsi créé de manière virtuelle est utilisé comme point final du mouvement actuel et comme point de départ du nouveau mouvement programmé. Selon ce qui est spécifié, la transition progressive est possible avec un segment de polynôme ou un segment circulaire.

Règle valable :

- Un segment circulaire est possible lorsque la transition progressive est effectuée dans un bloc linéaire.
- Un segment de polynôme est toujours possible.

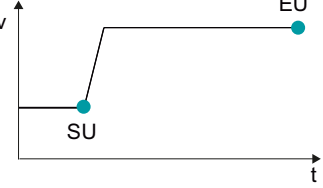
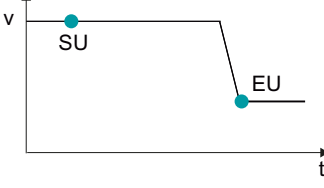
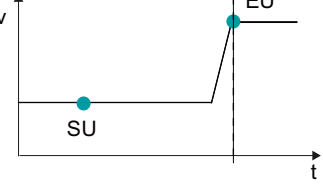
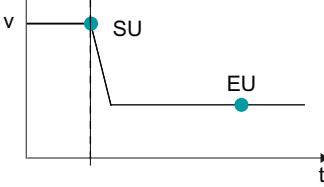
Dynamique de transition progressive

Dans la zone de la géométrie de transition progressive, la vitesse de transition progressive peut être exécutée par rapport à la première ou à la deuxième commande de trajectoire. Le choix dépend de la vitesse (la plus grande ou la plus petite des vitesses des deux commandes) réglée comme vitesse à exécuter.

L'accélération et l'à-coup de la transition de vitesse sont repris par la deuxième commande de trajectoire.

Transition progressive avec mergeMode = SEQUENTIAL / NEXT_MOTION / IMMEDIATELY, transitionType:= DIRECT / STOP / POLYNOMIAL / CIRCULAR et transitionVelocityMode:= HIGH_VELOCITY / LOW_VELOCITY

3.8 Comportement de la trajectoire à la fin du déplacement

HIGH_VELOCITY Exécution de la géométrie de transition progressive à la plus grande des deux vitesses		
LOW_VELOCITY Exécution de la géométrie de transition progressive à la plus petite des deux vitesses		

Comportement étendu pour les mouvements relayants

Un mode supplémentaire qui arrête d'abord le mouvement relayé, puis commence le nouveau mouvement à la position d'arrêt est disponible pour les mouvements relayants. Il en résulte un point géométriquement variable pour la mise en place de la nouvelle commande relayante.

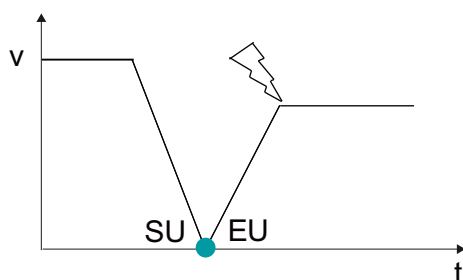


Figure 3-30 Comportement en cas d'arrêt du mouvement relayant

Chevauchement de distances de transition progressive

Le comportement à adopter en cas de détection d'un chevauchement des distances de transition progressive peut être configuré comme sur la figure ci-dessous.

La transition progressive de plusieurs segments peut conduire à un chevauchement des distances de transition progressive :

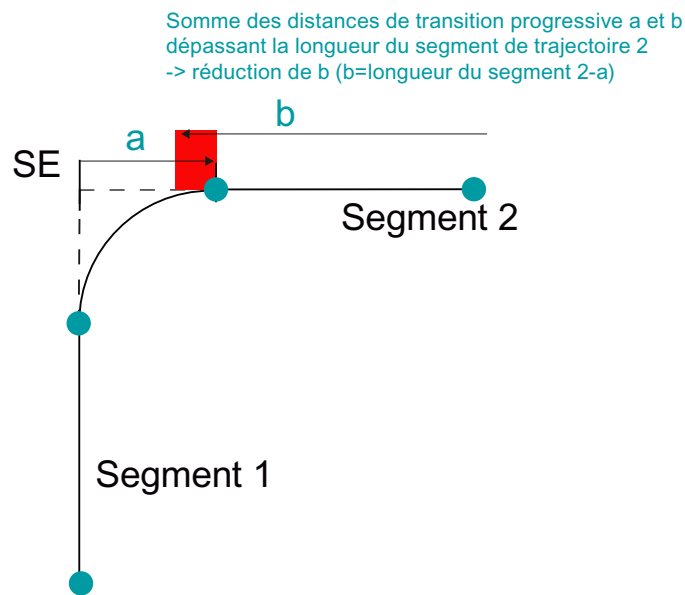


Figure 3-31 Chevauchement des distances de transition progressive

Lorsqu'un chevauchement des distances de transition progressive est détecté, le système réduit le rayon de transition progressive à la valeur maximale (par exemple à $\text{MAX}(s-a, s/2)$ pour b) et émet l'alarme "50013 Distance de transition progressive modifiée" dans la fenêtre d'alarme. L'alarme peut être désactivée.

3.9 Affichage et surveillances au niveau de l'axe

Affichage et surveillances au niveau de l'axe concernant le déplacement avec interpolation

Un déplacement avec interpolation actif est indiqué dans la variable système **pathMotion.state** de l'axe d'interpolation.

Indication du déplacement à trajectoires synchronisées au niveau de l'axe de positionnement

Un mouvement d'axe synchrone actif est indiqué dans la variable système **pathSync.state** de l'axe de positionnement.

Surveillance de l'erreur de consigne

Il est possible, au niveau de l'axe d'interpolation ou de positionnement, de surveiller l'erreur de consigne résultante (différence entre la consigne spécifiée par l'objet trajectoire et la consigne émise au niveau de l'axe).

La différence par rapport aux mesures n'est pas surveillée.

Limitation et surveillance de l'erreur de consigne :

- Avec le réglage **enableCommandValue := NO_ACTIVATE** :
 - La limitation dynamique s'effectue sans prise en compte de l'à-coup.
 - L'erreur de consigne qui en résulte n'est pas surveillée.
- Avec le réglage **enableCommandValue := WITHOUT_JERK** :
 - La limitation dynamique s'effectue sans prise en compte de l'à-coup.
 - L'erreur de consigne qui en résulte est surveillée.
- Avec le réglage **enableCommandValue := WITH_JERK** :
 - La limitation dynamique s'effectue avec prise en compte de l'à-coup.
 - L'erreur de consigne qui en résulte est surveillée.

	Déplacement avec interpolation au niveau de l'axe d'interpolation	Déplacement synchrone au niveau de l'axe de positionnement
Activation de la surveillance (paramètre de configuration)	pathAxisPosTolerance.enableCommandValue	pathSyncAxisPosTolerance.enableCommandValue
Valeur de tolérance (paramètre de configuration)	pathAxisPosTolerance.commandValueTolerance	pathSyncAxisPosTolerance.commandValueTolerance
Alarme en cas de dépassement	40401 Tolérance des consignes de trajectoire spécifiques à l'axe dépassée	40126 Tolérance des consignes de synchronisme spécifiques à l'axe dépassée
Erreur de consigne dépassée (variable système)	pathMotion.limitCommandValue	pathSyncMotion.limitCommandValue
Différence de consigne entre la spécification de l'objet trajectoire et la valeur de sortie de l'axe (variable système)	pathMotion.differenceCommandValue	pathSyncMotion.differenceCommandValue
Objet trajectoire concerné (variable système)	pathMotion.activePathObject	pathSyncMotion.activePathObject

3.10 Prise en compte des limites de la plage de déplacement spécifique à l'axe

Les limites de la plage de déplacement des axes d'interpolation et de positionnement, c.-à-d. les fins de course logiciels actifs, sont prises en compte sur les axes impliqués et non au niveau de l'objet trajectoire.

Si une violation éventuelle de la zone de travail spécifique à un axe impliqué est détectée, une alarme est générée avec la réaction correspondant à l'erreur.

3.11 Comportement du déplacement avec interpolation en cas d'erreur sur un axe d'interpolation ou de positionnement impliqué

3.11 Comportement du déplacement avec interpolation en cas d'erreur sur un axe d'interpolation ou de positionnement impliqué

En cas d'erreur sur l'un des axes d'interpolation ou sur l'axe de positionnement d'un déplacement à trajectoires synchronisées, entraînant l'arrêt du mouvement de l'axe et ainsi l'abandon de la commande, l'interpolation de trajectoire est annulée conformément à la réaction aux erreurs paramétrée.

Voir Réaction d'alarme locale (Page 179).

Les autres axes impliqués dans le déplacement avec interpolation sont amenés à la vitesse 0,0 avec les valeurs dynamiques maximales.

3.12 Fonctionnalité du déplacement à trajectoires synchronisées

3.12.1 Fonctionnalité du déplacement à trajectoires synchronisées

Un déplacement à trajectoires synchronisées d'un axe de positionnement est exécuté de manière synchrone avec le déplacement avec interpolation avec lequel il est spécifié. Le début et la fin du déplacement à trajectoires synchronisées sont alors effectués au même instant que le début et la fin du déplacement avec interpolation. Ainsi il est possible, par exemple, de pivoter un préhenseur de manière synchrone avec le déplacement avec interpolation.

Le déplacement avec interpolation et le déplacement à trajectoires synchronisées sont effectués avec un profil de déplacement commun. Ceci s'applique également à la transition progressive entre deux segments de trajectoire.

La longueur de trajectoire actuelle peut être transmise via `w` ou `w2`. Cela est défini au niveau de la commande de déplacement sur trajectoire au moyen de paramètres.

3.12.2 Spécification du déplacement à trajectoires synchronisées

Il existe différentes possibilités de déplacement à trajectoires synchronisées, qui sont spécifiées dans le paramètre **wMode** de la commande de mouvement correspondante :

- Déplacement vers un point final défini de l'axe à trajectoire synchrone `w`
 La position de destination du déplacement à trajectoires synchronisées est spécifiée dans la commande de déplacement sur trajectoire. Cette spécification peut être relative (**RELATIVE**) ou absolue (**ABSOLUTE**).
 La direction du déplacement synchrone est spécifiée par le biais d'un paramètre (**wDirection**) comme pour la commande de positionnement de l'axe.
 Pour plus d'informations, voir la Description fonctionnelle **Objets technologiques Motion Control axe électrique/hydraulique, capteur externe, "Positionnement"**.
 La dynamique de déplacement dépend de la trajectoire, le déplacement de l'axe étant "conjugué" (asservi). Si, dans ce cas, les valeurs dynamiques maximales de l'axe de positionnement sont dépassées, les paramètres dynamiques de la trajectoire seront réduits en conséquence.
 Si la longueur de trajectoire est nulle et qu'un déplacement à trajectoires synchronisées est programmé, une erreur sera générée et le déplacement à trajectoires synchronisées sera positionné à la position de fin programmée. Le saut de consigne résultant est appliqué à l'axe avec les valeurs maximales.
 Dans ce cas, il convient de s'assurer qu'une surveillance configurée pour l'erreur de consigne de l'axe à trajectoire synchrone est également effective pour le saut de consigne.
- Déplacement correspondant à la longueur de trajectoire actuelle via `w` ou `w2`
 La distance de trajectoire actuelle est affichée. Deux possibilités existent :
 - Valeur rapportée à la commande (**OUTPUT_PATH_LENGTH**)
 La position de l'axe est d'abord réglée sur 0,0 avant le parcours de la distance de trajectoire.
 La remise à zéro de la position de l'axe correspond à une commande **_redefinePosition()** synchronisée.
 - Valeur de sortie cumulée sans réinitialisation (**OUTPUT_PATH_LENGTH_ADDITIVE**)
 La distance de trajectoire cumulée au-delà de la limite de la commande est affichée.

3.12.3 Dynamique du déplacement à trajectoires synchronisées

Aucun paramètre dynamique spécifique au déplacement à trajectoires synchronisées n'est géré au niveau de l'objet trajectoire.

Règles valables pour le calcul du profil de vitesse sur trajectoire en cas de déplacement à trajectoires synchronisées simultanées :

- Calcul du profil de vitesse sur trajectoire sans adaptation de la dynamique :
 - Le profil de vitesse de la trajectoire est déterminé à partir des paramètres dynamiques de la trajectoire (voir Dynamique de trajectoire (Page 39)).
 - Les consignes de l'interpolateur de trajectoire pour le déplacement à trajectoires synchronisées sont limitées aux valeurs dynamiques maximales au niveau de l'axe de positionnement.
 - Les valeurs dynamiques (vitesse, accélération et à-coup) sont adaptées au rapport entre le parcours de l'axe d'interpolation et le parcours du déplacement à trajectoires synchronisées :

$$\begin{array}{c} \text{Parcours} \\ \text{(déplacement} \\ \text{avec interpolation)} \end{array} = \frac{\begin{array}{c} \text{Vitesse} \\ \text{(déplacement} \\ \text{avec interpolation)} \end{array}}{\begin{array}{c} \text{Parcours} \\ \text{(déplacement} \\ \text{à trajectoires} \\ \text{synchronisées)} \end{array}} = \frac{\begin{array}{c} \text{Accélération} \\ \text{(déplacement} \\ \text{avec interpolation)} \end{array}}{\begin{array}{c} \text{Accélération} \\ \text{(déplacement} \\ \text{à trajectoires} \\ \text{synchronisées)} \end{array}} = \frac{\begin{array}{c} \text{A-coup} \\ \text{(déplacement} \\ \text{avec interpolation)} \end{array}}{\begin{array}{c} \text{A-coup} \\ \text{(déplacement} \\ \text{à trajectoires} \\ \text{synchronisées)} \end{array}}$$

La formule s'applique avec l'hypothèse que les unités de l'objet trajectoire et des axes impliqués sont réglées à l'identique.

- Calcul du profil de vitesse sur trajectoire avec adaptation de la dynamique :
La dynamique du déplacement à trajectoires synchronisées est intégrée dans la planification de la trajectoire comme une coordonnée orthogonale supplémentaire et, le cas échéant, le profil de vitesse sur trajectoire est adapté de telle manière que les valeurs limites de dynamique de l'axe de positionnement ne soient pas dépassées par le profil de vitesse sur trajectoire.

3.12.4 Transition progressive entre trajectoires avec un déplacement à trajectoires synchronisées

- Transition progressive entre trajectoires avec adaptation de la dynamique
La dynamique du déplacement à trajectoires synchronisées est intégrée dans la planification du déplacement comme une coordonnée orthogonale supplémentaire et, le cas échéant, le profil de vitesse sera adapté dans la zone de transition progressive.
- Transition progressive entre trajectoires sans adaptation de la dynamique
Si le quotient distance à parcourir (déplacement avec interpolation) / distance à parcourir (déplacement à trajectoires synchronisées) n'est pas le même sur l'ensemble des segments de trajectoire individuels, il en résultera des discontinuités des consignes de vitesse de l'objet trajectoire pour le déplacement à trajectoires synchronisées lors des transitions entre segments de trajectoire.

Les consignes résultant de l'interpolation de trajectoire pour le déplacement à trajectoires synchronisées sont limitées au niveau de l'axe de positionnement par l'utilisation des valeurs limites de dynamique spécifiques à cet axe.

Si, par exemple, la limitation est uniquement effectuée sur l'ensemble de la trajectoire sur la base des valeurs limites de dynamique présentes au niveau de l'objet trajectoire, il peut en résulter une erreur de consigne au niveau de l'axe de positionnement par rapport à la consigne calculée au niveau de l'objet trajectoire pour le déplacement à trajectoires synchronisées. Voir Affichage et surveillances au niveau de l'axe (Page 54).

3.12.5 Emission de la distance de trajectoire à destination de l'axe de positionnement

Comme variante, la distance de trajectoire parcourue, c.-à-d. la longueur de trajectoire actuelle, peut être émise à destination de l'axe de positionnement pour un segment de trajectoire individuel, ou sous forme cumulée sur plusieurs segments de trajectoire.

Le réglage est effectué au niveau de la commande de déplacement sur trajectoire.

Un exemple typique d'utilisation est l'émission de signaux de came ou de détecteur relatifs à la distance de trajectoire.

3.12.6 Emission des coordonnées cartésiennes via l'interface MotionOut

Les interfaces **motionOut.x/y/z** permettent de connecter directement les coordonnées cartésiennes à d'autres objets technologiques, par exemple avec l'interface MotionIn des axes de positionnement.

Cette fonctionnalité permet, par exemple, de réaliser des comes et des détecteurs sur des axes cartésiens dans l'application.

3.13 Adaptation de la cinématique

3.13.1 Adaptation de la cinématique

Les valeurs des axes d'interpolation sont converties sur les axes cartésiens et inversement par le biais de la transformation cinématique (adaptation de la cinématique).

3.13.2 Transformation cinématique – Notions de base

3.13.2.1 Etendue de la fonctionnalité de transformation

Pour les conversions de position et de mouvement, le calcul direct de la cinématique (cinématique directe ou transformation directe) permet de déterminer la position du point final de la cinématique dans le système de coordonnées de base à partir de la position des angles d'articulation et de leur disposition dans l'espace.

Le calcul inverse (transformation inverse ou cinématique inverse) permet de déterminer la position des différents angles d'articulation à partir de la position du point final de la cinématique dans le système de coordonnées de base. Lors de l'interpolation de trajectoire, la position du point final de la cinématique dans le système de coordonnées de base est calculée en fonction du temps.

La position et les valeurs dynamiques sont transformées.

Si les positions d'axe se trouvent en dehors du plage de transformation, les valeurs dans les systèmes BCS et OCS sont alors remises à zéro.

Pour les axes d'interpolation paramétrés en tant qu'axes modulo, la zone modulo actuelle est toujours conservée.

Voir Propriétés modulo (Page 23).

3.13.2.2 Points de référence

Les points de référence suivants sont utilisés lors de l'interpolation de trajectoire :

- Origine cartésienne
- Origine de la cinématique
- Point final de la cinématique
(Puisque aucun outil n'est pris en compte, ceci est égal au point de la trajectoire.)

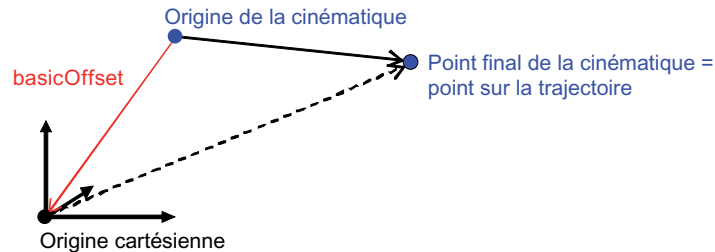


Figure 3-32 Points de référence des systèmes de coordonnées lors de l'interpolation de trajectoire

L'objet trajectoire calcule la position sur la trajectoire. C'est également le point final de la cinématique.

3.13.2.3 Variables système pour l'interpolation de trajectoire et la transformation au niveau de l'objet trajectoire

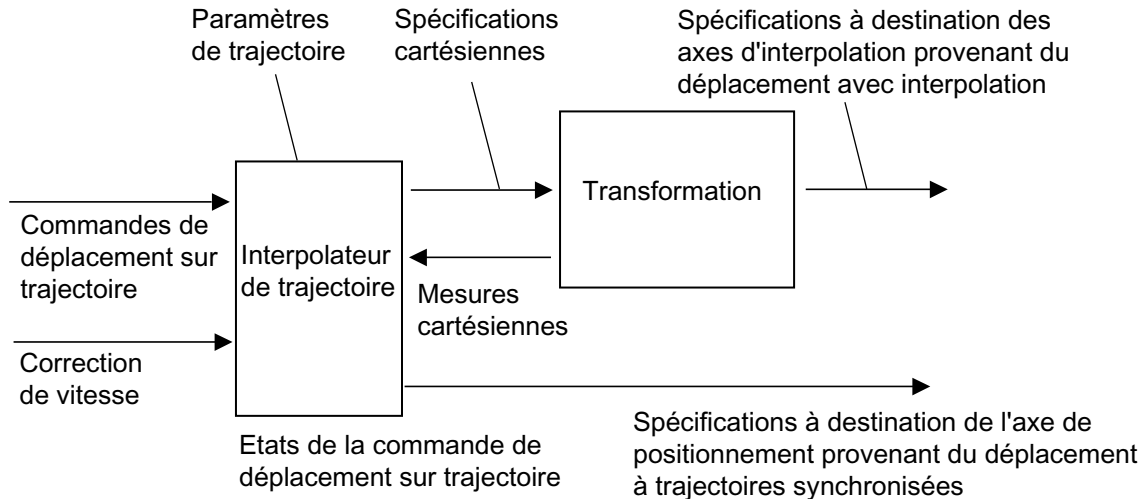


Figure 3-33 Vue d'ensemble des variables système de l'objet trajectoire

Les valeurs dynamiques et les valeurs de position sont accessibles via des variables système :

Paramètres de trajectoire

Variable système	Description
path.acceleration	Accélération sur trajectoire
path.command	Etat d'une commande de mouvement
path.dynamicAdaption	Indique si l'adaptation de la dynamique de trajectoire aux valeurs limites de dynamique des axes d'interpolation est active.
path.length	Longueur de la trajectoire actuelle
path.motionState	Etat du déplacement avec interpolation
path.position	Position sur la trajectoire (au sein de la longueur de trajectoire)
path.velocity	Vitesse tangentielle
path.csType	Type de système de coordonnées
path.csNumber	Numéro du système de coordonnées (pour OCS)

Spécifications cartésiennes dans le système de coordonnées de base / déplacement à trajectoires synchronisées

Variable système	Description
bcs.x/y/z/w.position	Consignes de position
bcs.x/y/z/w.velocity	Consignes de vitesse
bcs.x/y/z/w.acceleration	Consignes d'accélération
bcs.linkConstellation	Volume de positionnement prescrit pour l'articulation

Mesures cartésiennes

Variable système	Description
bcs.x/y/zActual.position	Mesure des positions cartésiennes des axes d'interpolation
bcs.linkConstellationActual	Volume de positionnement actuel de l'articulation

Spécifications à destination des axes d'interpolation provenant du déplacement avec interpolation

Variable système	Description
mcs.a1/a2/a3.acceleration	Accélérations des axes d'interpolation
mcs.a1/a2/a3.position	Positions des axes d'interpolation dans les coordonnées des axes
mcs.a1/a2/a3.velocity	Vitesses des axes d'interpolation

Système de coordonnées objet

Variable système	Description
ocs[1..3].trackingIn	Interface de la valeur de référence de séquence de déplacements pour l'OCS suiveur (par exemple un TO Codeur externe)
ocs[1..3].trackingInPosition	Valeur actuelle de la séquence de déplacements
ocs[1..3].trackingPosition	Position de l'OCS par rapport à la position de référence
ocs[1..3].trackingState	Etat de synchronisation
ocs[1..3].x/y/z.acceleration	Accélération
ocs[1..3].x/y/z.position	Position
ocs[1..3].x/y/z.velocity	Vitesse

Correction de vitesse

Variable système	Description
override.acceleration	Correction d'accélération
override.velocity	Correction de vitesse

Etats de la commande de trajectoire

Variable système	Description
linearPathCommand.state	Etat de l'interpolation linéaire
circularPathCommand.state	Etat de l'interpolation circulaire
polynomialPathCommand.state	Etat de l'interpolation polynomiale

Profil de vitesse

Variable système	Description
specificVelocityProfile.state	Information indiquant si un profil de vitesse est utilisé actuellement
specificVelocityProfile.value	Valeur de profil
specificVelocityProfile.activeProfile	Référence de profil actif
specificVelocityProfile.processingState	Etat du traitement du profil

File d'attente des commandes

Variable système	Description
motionBuffer.numberOfExistentEntries	Nombre de commandes présentes dans le tampon de commande
motionBuffer.state	Etat du tampon de commande

Connexions de l'objet trajectoire

Variable système	Description
connection.a1	1. axe d'interpolation connecté à l'objet trajectoire
connection.a2	2. axe d'interpolation connecté à l'objet trajectoire
connection.a3	3. axe d'interpolation connecté à l'objet trajectoire
connection.w	Axe à trajectoire synchrone connecté à l'objet trajectoire

3.13.2.4 Transformation des valeurs dynamiques

La prise en charge ou non de la fonctionnalité de la transformation de la dynamique par une transformation cinématique est indiquée dans la variable système **kinematicsData.transformationOfDynamics**.

3.13.2.5 Distinction des volumes de positionnement de l'articulation

Si les points finaux cartésiens d'une cinématique peuvent être atteints par différents positionnements d'une articulation, des volumes de positionnement de l'articulation seront définis pour la cinématique correspondante.

Tous les déplacements avec interpolation ont lieu dans le même volume de positionnement de l'articulation. Par conséquent, il n'est pas possible de modifier le volume de positionnement de l'articulation lors du parcours d'une trajectoire. Un changement vers un autre volume de positionnement de l'articulation peut être effectué avec des mouvements d'axe individuels, et non pas par un déplacement au niveau de l'objet trajectoire.

Le volume de positionnement actuel de l'articulation, spécifique à la transformation, est indiqué dans la variable **bcs.linkConstellation** pour la consigne, et dans la variable **bcs.linkConstellationActual** pour la mesure.

La définition du volume de positionnement de l'articulation est spécifiée pour la transformation concernée. Voir Cinématiques prises en charge (Page 67).

3.13.2.6 Commandes d'information concernant la transformation cinématique

Outre la conversion implicite effectuée par le système, les calculs de transformation sont également accessibles directement par le biais de commandes utilisateur.

- La commande **_getPathCartesianPosition()** permet de calculer les positions cartésiennes pour les positions de l'axe spécifiées dans la commande.
- La commande **_getPathAxesPosition()** permet de calculer les positions de l'axe à partir des positions cartésiennes.

- La commande **_getPathCartesianData()** permet de calculer les données cartésiennes de position, de vitesse et d'accélération à partir des positions de l'axe, des vitesses de l'axe et des accélérations de l'axe spécifiées dans la commande.
- La commande **_getPathAxesData()** permet de calculer les positions de l'axe, les vitesses de l'axe et les accélérations de l'axe à partir des données cartésiennes de position, de vitesse et d'accélération spécifiées dans la commande.

Lors du calcul des positions de l'axe, les valeurs sont spécifiées dans les coordonnées de l'axe d'interpolation et non pas par rapport à l'origine de la cinématique de l'axe.

La zone modulo est prise en compte.

Lors de la transformation de valeurs cartésiennes en valeurs d'axe d'interpolation, il ne faut pas indiquer une position de référence des axes, mais plutôt un volume de positionnement de l'articulation, afin de garantir un résultat univoque.

3.13.2.7 Décalage d'origine spécifique à l'axe dans la transformation

Il est possible de configurer un décalage (offset) spécifique à l'axe pour la position neutre de l'axe dans le système de coordonnées spécifique à l'axe, et pour l'origine de l'axe dans la transformation.

Le sens positif de l'axe et celui de l'axe dans la transformation doivent être identiques et sont réglés au niveau de l'axe.

Le décalage de l'origine de la cinématique par rapport à l'origine de l'axe est spécifié dans le sens positif de l'axe.

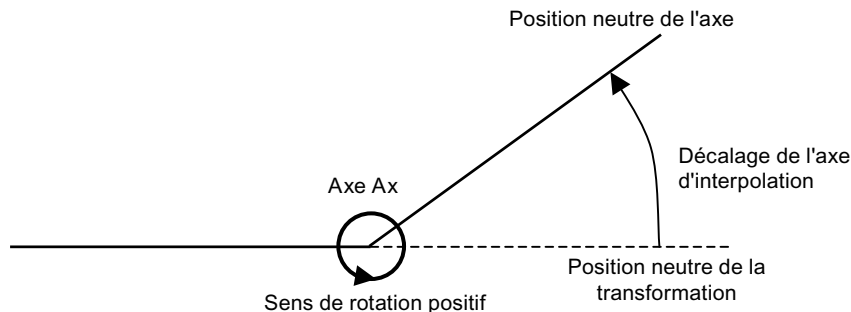


Figure 3-34 Décalage de l'axe d'interpolation

Lorsque des axes modulo sont utilisés pour des articulations rotatives avec une plage de définition limitée dans des types de cinématique tels que SCARA, le décalage d'origine spécifique à l'axe et la propriété modulo de l'axe d'interpolation concerné doivent être définis de telle manière que la zone modulo de l'axe d'interpolation soit identique à la plage de définition de l'articulation concernée au sein de la cinématique. Le cas contraire peut entraîner une limitation supplémentaire de la plage de déplacement de la cinématique.

Exemple : Si une articulation est limitée à $[-180^\circ; 180^\circ)$ et qu'une zone modulo de 0° à 360° est définie au niveau de l'axe d'interpolation, le décalage de l'origine devra être défini à -180° .

3.13.2.8 Décalage de l'origine de la cinématique par rapport à l'origine cartésienne

Le paramètre de configuration **basicOffset** permet de régler un décalage de l'origine de la cinématique de la transformation par rapport à l'origine cartésienne.

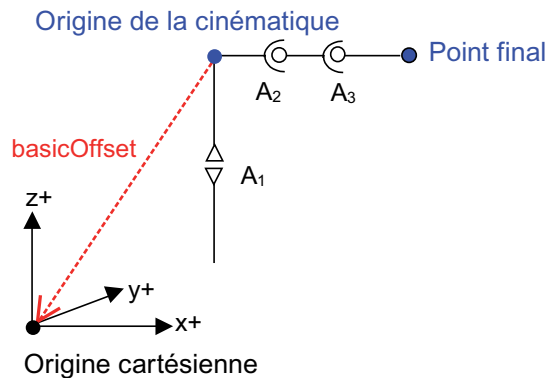


Figure 3-35 Exemple de décalage cinématique

Dans l'exemple ci-dessus, les valeurs obtenues pour les décalages cinématiques sont donc négatives.

Décalage dans l'exemple :

x : -100

y : -100

z : -200

A partir de SIMOTION V4.2, il est possible, en plus du décalage, d'effectuer une rotation du BCS et d'obtenir ainsi une rotation quelconque du système de coordonnées par rapport à l'origine de la cinématique. Ceci permet d'affecter librement le BCS à la cinématique du manipulateur.

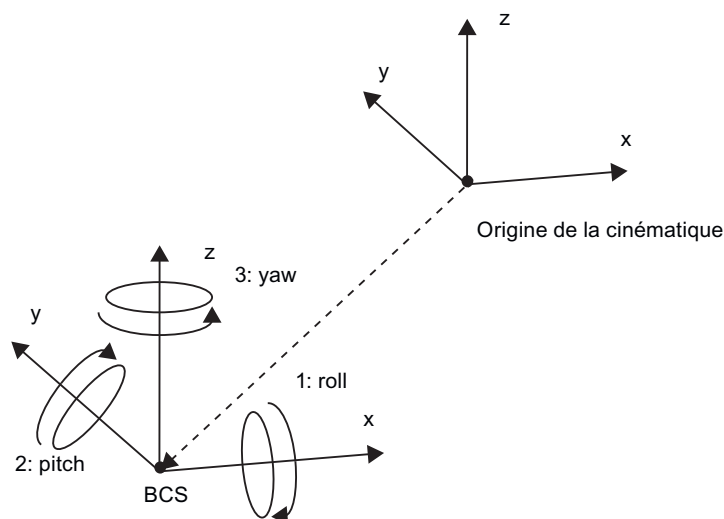


Figure 3-36 Décalage et rotation du système de coordonnées

Les rotations sont effectuées dans l'ordre suivant après le décalage :

1. Roll autour de l'axe x
2. Pitch autour de l'axe y (déjà tourné)
3. Yaw autour de l'axe z (déjà tourné deux fois)

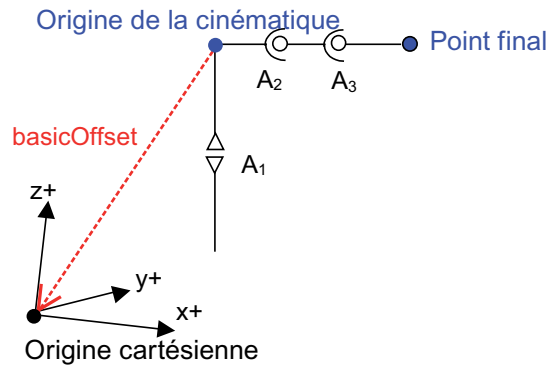


Figure 3-37 Exemple de décalage cinématique avec rotation

Décalage et rotation (autour de l'axe y) dans l'exemple :

x : -100
y : -100
z : -200
roll : 0°
pitch : +15°
yaw : 0°

3.13.3 Cinématiques prises en charge

3.13.3.1 Cinématiques prises en charge et affectation

Le paramètre de configuration **typeOfKinematics** permet de régler les cinématiques suivantes :

- Portails cartésiens 2D/3D (Page 71) (**CARTESIAN**):
- Préhenseur à rouleaux 2D (Page 72) (**ROLL_PICKER**)
- Préhenseur à rouleaux 3D (Page 74) (**ROLL_PICKER_3D**) disponible à partir de V4.4.
- Préhenseur delta 2D (Page 75) (**DELTA_2D_PICKER**)
- Préhenseur delta 3D (Page 78) (**DELTA_3D_PICKER**)
- Cinématique SCARA (Page 81) (**SCARA**)
- Cinématique du bras articulé 2D (Page 85) (**ARTICULATED_ARM_2D**) disponible à partir de V4.2.
- Cinématique du bras articulé 3D (Page 86) (**ARTICULATED_ARM**)

3.13 Adaptation de la cinématique

- Cinématique du bras orientable 2D (Page 89) (**SWIVEL_ARM**) disponible à partir de V4.2.
- Robot cylindrique 3D (Page 91) (**CYLINDRICAL**) disponible à partir de V4.4.
- Fonction utilisateur 2D/3D (Page 93) (**USER_FUNCTION**) disponible à partir de V4.4.
- Cinématiques spécifiques diverses (Page 100) (**SPECIFIC**).

Sur chaque objet trajectoire, il est possible de sélectionner une transformation.

Dans un système SIMOTION, il est ainsi possible de configurer / d'activer plusieurs transformations lorsque plusieurs objets trajectoire sont utilisés.

Etant donné qu'un axe d'interpolation peut être connecté à plusieurs objets trajectoire, un axe d'interpolation peut, par principe, être impliqué dans plusieurs groupes de cinématique, tout en étant actif évidemment que dans un seul groupe d'interpolation à la fois.

3.13.3.2 Masques de configuration

A partir de SIMOTION version 4.2, vous pouvez configurer les cinématiques dans des masques de paramétrage. Vous pouvez appeler les masques dans le menu de configuration.

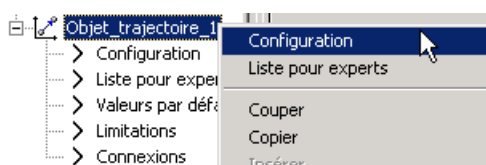


Figure 3-38 Ouvrir configuration

Le masque comporte plusieurs onglets pour la saisie des caractéristiques mécaniques, des décalages et des rotations en fonction de la cinématique.

Exemple : Cinématique cartésienne 2D

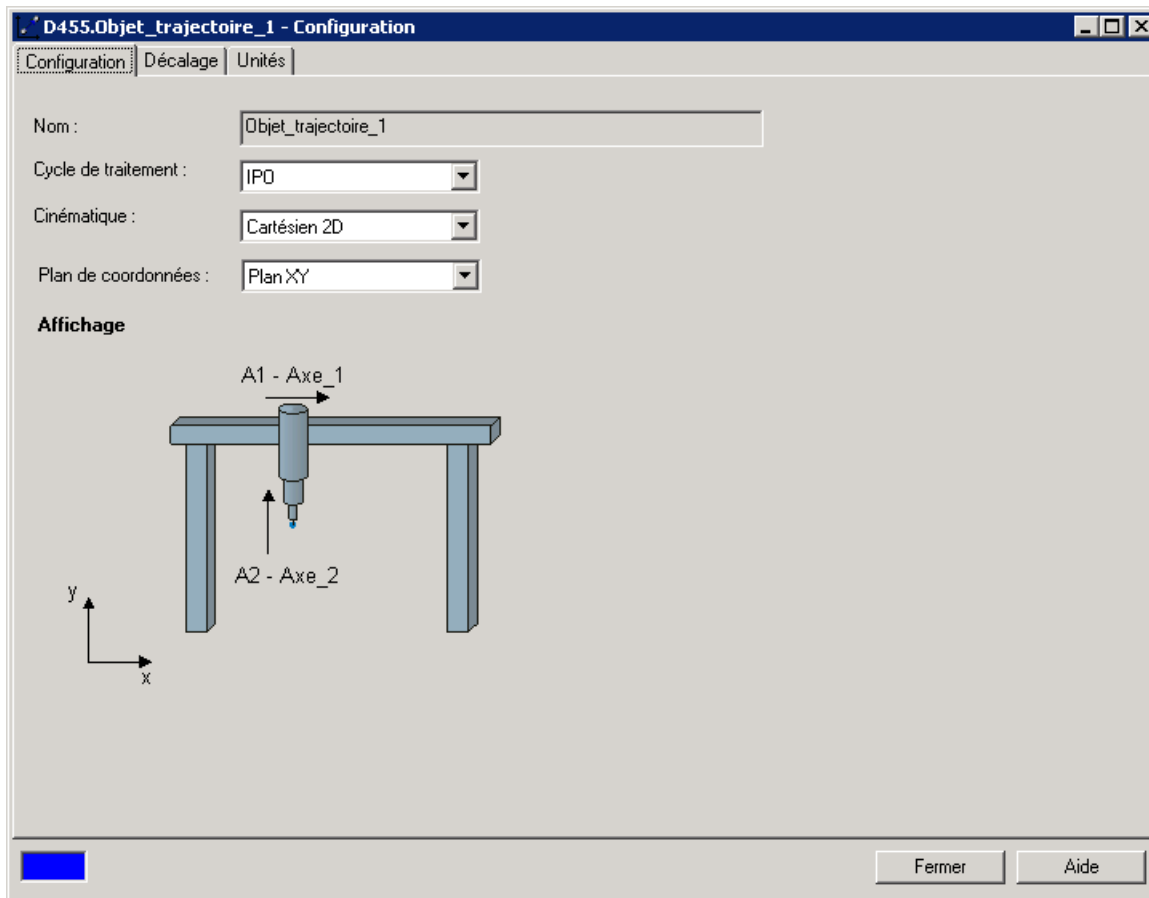


Figure 3-39 Configuration d'une cinématique cartésienne 2D

3.13 Adaptation de la cinématique

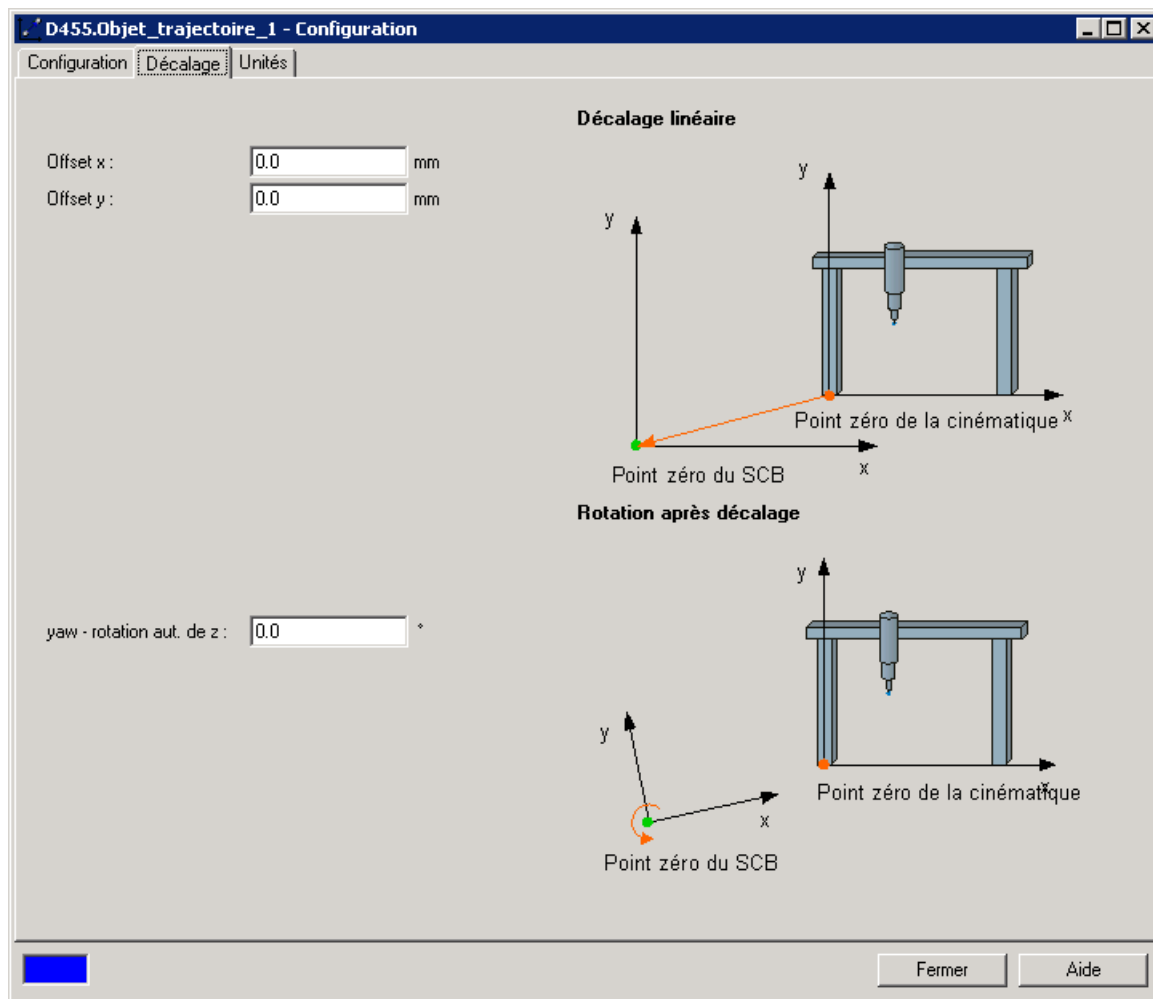


Figure 3-40 Décalage d'une cinématique cartésienne 2D

3.13.3.3 Portails cartésiens 2D/3D

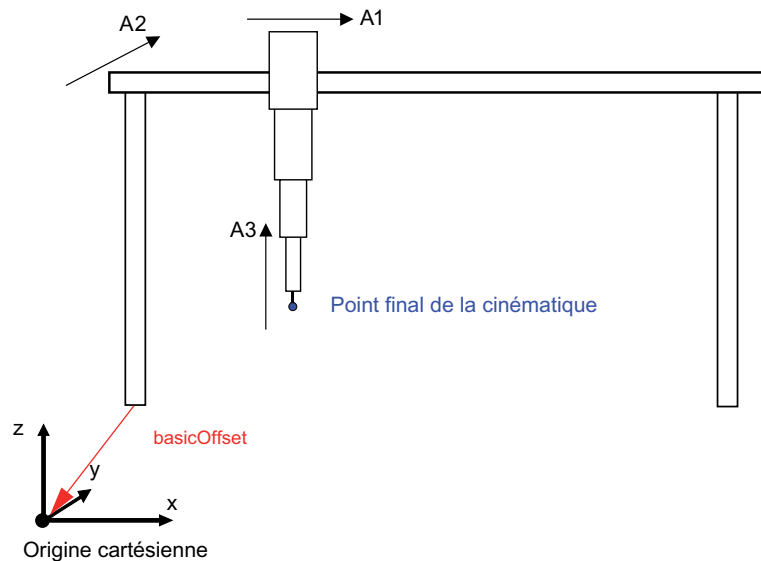


Figure 3-41 Exemple de cinématique d'un portail 2D/3D

Tableau 3-1 Données de configuration de la cinématique cartésienne

typeOfKinematics: CARTESIAN	Cinématique de type portique cartésien
basicOffset.x	Décalage de l'origine de la coordonnée cartésienne x par rapport à l'origine de la coordonnée d'axe A1
basicOffset.y	Décalage de l'origine de la coordonnée cartésienne y par rapport à l'origine de la coordonnée d'axe A2
basicOffset.z	Décalage de l'origine de la coordonnée cartésienne z par rapport à l'origine de la coordonnée d'axe A3
basicOffset.roll	Rotation autour de x (roll)
basicOffset.pitch	Rotation autour de y (pitch)
basicOffset.yaw	Rotation autour de z (yaw)
cartesianKinematicsType	Sélection du mode 2D ou 3D (définition du nombre d'axes impliqués)
config2D	Plan principal (pour portail 2D uniquement)

Tableau 3-2 Volumes de positionnement possibles de l'articulation

linkConstellation	Sans signification (toujours 1)
--------------------------	---------------------------------

3.13.3.4 Préhenseur à rouleaux 2D

Généralités

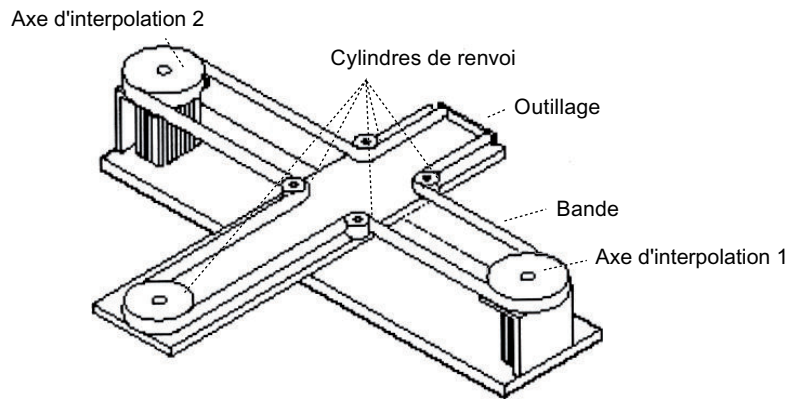


Figure 3-42 Préhenseur à rouleaux 2D : représentation du système d'axes

Le préhenseur à rouleaux 2D possède une cinématique bidimensionnelle. Vous pouvez configurer le préhenseur à rouleaux 2D dans les trois plans principaux. Cette description repose sur une configuration dans le plan x-y.

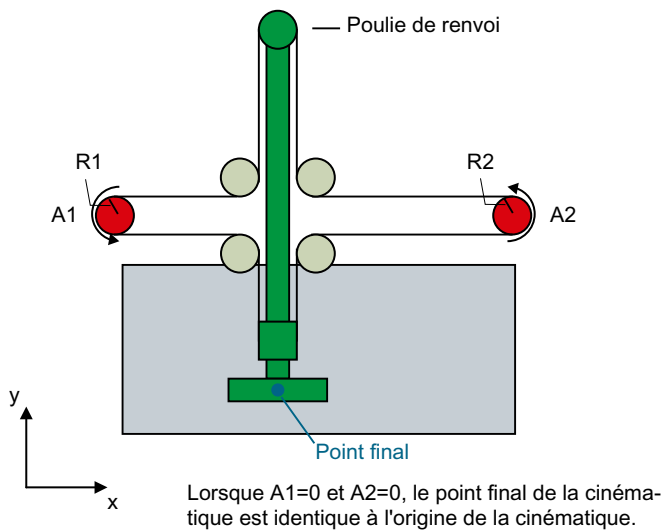


Figure 3-43 Cinématique du préhenseur à rouleaux 2D (cylindre de renvoi du côté opposé à l'outil)

On présuppose que le cylindre de renvoi se trouve du côté opposé à l'outil.

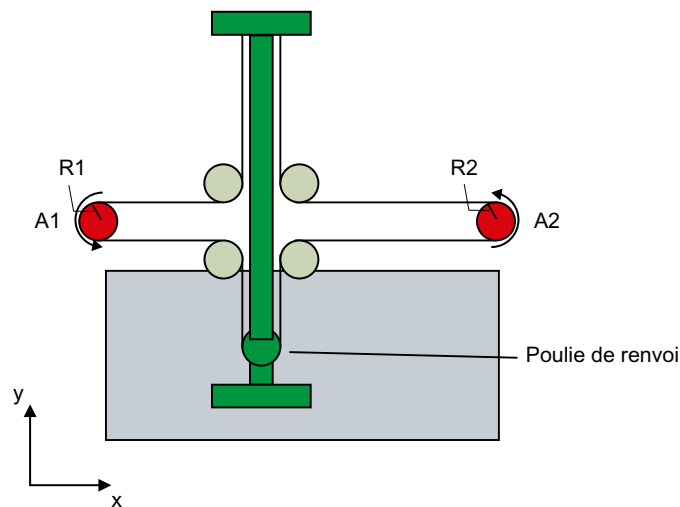


Figure 3-44 Cinématique du préhenseur à rouleaux 2D (cas non considéré : cylindre de renvoi du côté de l'outil)

La variante avec le cylindre de renvoi du côté de l'outil peut être dérivée par conversion des coordonnées :

Cylindre de renvoi du côté de l'outil	Cylindre de renvoi du côté opposé à l'outil
x	-x
y	-y
R1	R2
R2	R1

Remarque

Les deux axes d'interpolation doivent être configurés de sorte que 360 unités de l'axe (c.-à-d. mm, degrés, etc.) correspondent à une rotation entière du disque. Evitez le réglage "Axe modulo". Voir Unités (Page 24) et Propriétés modulo (Page 23).

Tableau 3-3 Données de configuration de la cinématique du préhenseur à rouleaux 2D

typeOfKinematics: ROLL_PICKER	Cinématique de type préhenseur à rouleaux 2D
basicOffset.x	Décalage de l'origine de la cinématique par rapport à l'origine cartésienne pour la coordonnée x
basicOffset.y	Décalage de l'origine de la cinématique par rapport à l'origine cartésienne pour la coordonnée y
basicOffset.roll	Rotation autour de x (roll)
basicOffset.pitch	Rotation autour de y (pitch)
L'axe 3 n'existe pas pour le préhenseur à rouleaux 2D.	
config2D	Plan principal des axes d'interpolation

3.13 Adaptation de la cinématique

Tableau 3-4 Indication du rayon des disques des moteurs dans :

radius1	Rayon du disque pour l'axe d'interpolation 1
radius2	Rayon du disque pour l'axe d'interpolation 2

Tableau 3-5 Volumes de positionnement possibles de l'articulation

LinkConstellation	Sans signification (toujours 1)
--------------------------	---------------------------------

3.13.3.5 Préhenseur à rouleaux 3D

Généralités

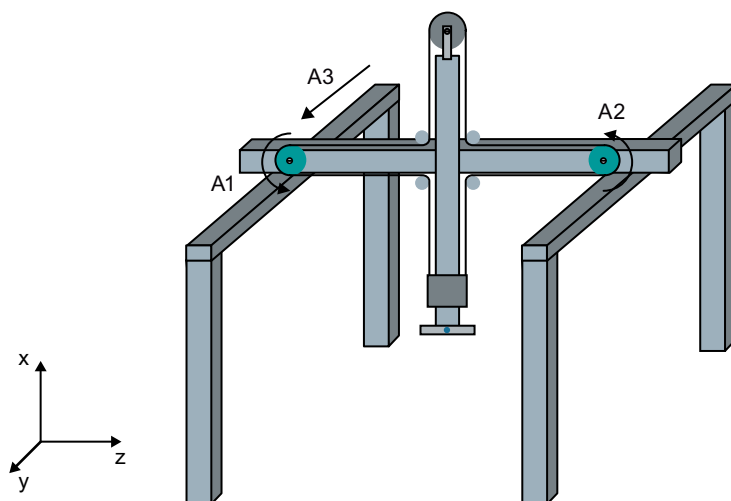


Figure 3-45 Cinématique du préhenseur à rouleaux 3D dans le plan z-x

Le préhenseur à rouleaux 3D est un préhenseur à rouleaux 2D pouvant se déplacer suivant un axe linéaire supplémentaire dans une autre direction de coordonnées cartésiennes. Vous pouvez configurer le préhenseur à rouleaux 3D dans les trois plans principaux, comme pour le préhenseur à rouleaux 2D. Le troisième axe d'interpolation s'étend alors dans la troisième direction cartésienne. Dans l'exemple donné, le préhenseur à rouleaux est configuré dans le plan z-x.

Dans la figure de l'exemple, A1 et A2 sont les deux axes du préhenseur à rouleaux. L'axe linéaire A3 est symbolisé par la flèche pointant dans la direction y.

De plus amples informations figurent dans la documentation du préhenseur à rouleaux 2D (Page 72).

Tableau 3-6 Données de configuration de la cinématique du préhenseur à rouleaux 3D

typeOfKinematics: ROLL_PICKER_3D	Cinématique de type préhenseur à rouleaux 3D
basicOffset.x	Décalage de l'origine de la cinématique par rapport à l'origine cartésienne pour la coordonnée x
basicOffset.y	Décalage de l'origine de la cinématique par rapport à l'origine cartésienne pour la coordonnée y

basicOffset.z	Décalage de l'origine de la cinématique par rapport à l'origine cartésienne pour la coordonnée z
basicOffset.roll	Rotation autour de x (roll)
basicOffset.pitch	Rotation autour de y (pitch)
basicOffset.yaw	Rotation autour de z (yaw)
config2D	Plan principal des axes d'interpolation
Indication du rayon des disques des moteurs dans :	
radius1	Rayon du disque de l'axe d'interpolation 1
radius2	Rayon du disque de l'axe d'interpolation 2

Tableau 3-7 Volumes de positionnement possibles de l'articulation

LinkConstellation	Sans signification (toujours 1)
--------------------------	---------------------------------

3.13.3.6 Préhenseur delta 2D

Généralités

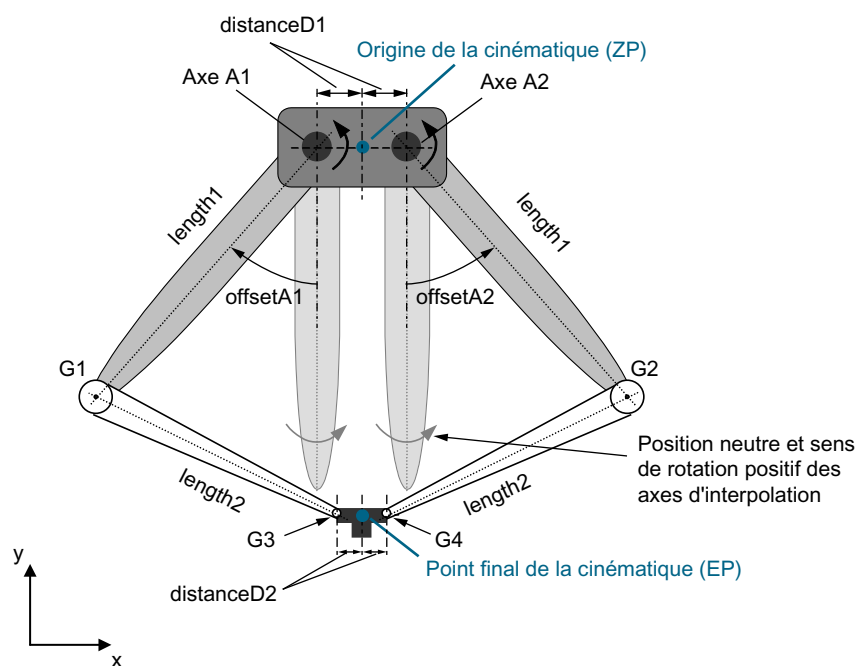


Figure 3-46 Cinématique du préhenseur delta 2D (pour le plan x-y par exemple)

Définitions

- L'ensemble de la structure se trouve dans l'un des plan principaux 2D. Le plan x-y est utilisé à titre d'exemple pour toutes les explications ci-après.
- A1 et A2 désignent les deux axes d'entraînement actifs de la structure cinématique. Ils se trouvent sur la droite $y = 0$ et sont séparés l'un de l'autre d'une distance de $2 \times \text{distanceD1}$. Leur position neutre au sein de la structure cinématique correspond à l'orientation des segments de bras supérieurs (**length1**) dans la direction de l'axe y négatif. Les déploiements positifs s'effectuent comme sur la figure.
- On présume que l'orientation horizontale de la plaque de jonction inférieure entre G3 et G4 est permanente.
On obtient ainsi $y_{G3} = y_{G4}$ et une distance horizontale de $2 \times \text{distanceD2}$.
- La position neutre de la cinématique se situe à $x_{ZP} = y_{ZP} = 0$ au centre entre les axes d'entraînement A1 et A2.
- Le point final de la transformation directe est défini par ses coordonnées x_{EP} et y_{EP} au centre entre G3 et G4. Il en résulte la position pour G3 = $(x_{EP} - \text{distanceD2}; y_{EP})$ et pour G4 = $(x_{EP} + \text{distanceD2}; y_{EP})$.

Tableau 3-8 Données de configuration de la cinématique du préhenseur delta 2D

typeOfKinematics: DELTA_2D_PICKER	Cinématique de type préhenseur delta 2D
basicOffset	Décalage de l'origine de la cinématique (ZP) par rapport à l'origine cartésienne
basicOffset.x	Décalage de l'origine de la cinématique par rapport à l'origine cartésienne pour la coordonnée x
basicOffset.y	Décalage de l'origine de la cinématique par rapport à l'origine cartésienne pour la coordonnée y
basicOffset.roll	Rotation autour de x (roll)
basicOffset.pitch	Rotation autour de y (pitch)
L'axe 3 n'existe pas pour le préhenseur delta 2D.	
config2D	Plan principal des axes d'interpolation
length1	Longueur du segment de bras supérieur
length2	Longueur du segment de bras inférieur
distanceD1	Distance des axes d'entraînement A1 et A2 de l'origine de la cinématique (ZP)
distanceD2	Distance des articulations G3 et G4 du point final (EP)
offsetA1	Décalage de l'axe d'entraînement A1
offsetA2	Décalage de l'axe d'entraînement A2

Tableau 3-9 Volumes de positionnement possibles de l'articulation

Les angles suivants se rapportent toujours à l'orientation directe ϕ_0 de l'axe actif par rapport au point final.		
LinkConstellation	1	Angle de l'axe A1 dans la plage de $[-180^\circ, 0^\circ]$. Angle de l'axe A2 dans la plage de $[0^\circ, 180^\circ]$.
	2	Angle de l'axe A1 dans la plage de $(0^\circ, 180^\circ]$. Angle de l'axe A2 dans la plage de $[0^\circ, 180^\circ]$.

	3	Angle de l'axe A1 dans la plage de $(0^\circ, 180^\circ)$. Angle de l'axe A2 dans la plage de $(-180^\circ, 0^\circ)$.
	4	Angle de l'axe A1 dans la plage de $[-180^\circ, 0^\circ]$. Angle de l'axe A2 dans la plage de $(-180^\circ, 0^\circ)$.

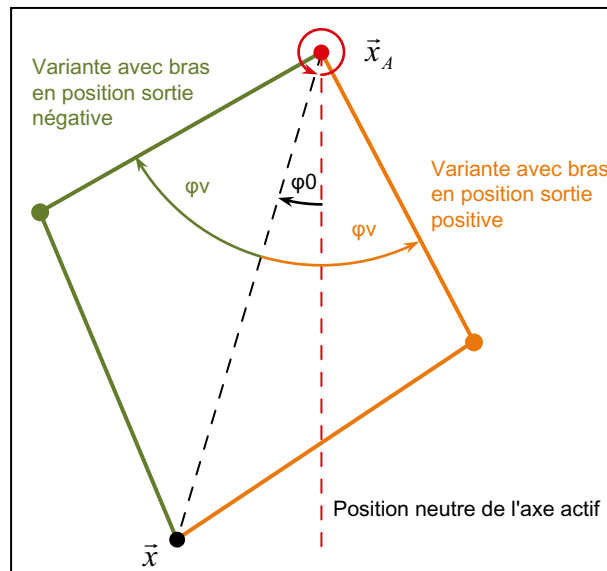


Figure 3-47 Illustration de la position de l'articulation à l'aide d'un axe individuel

3.13.3.7 Préhenseur delta 3D

Généralités

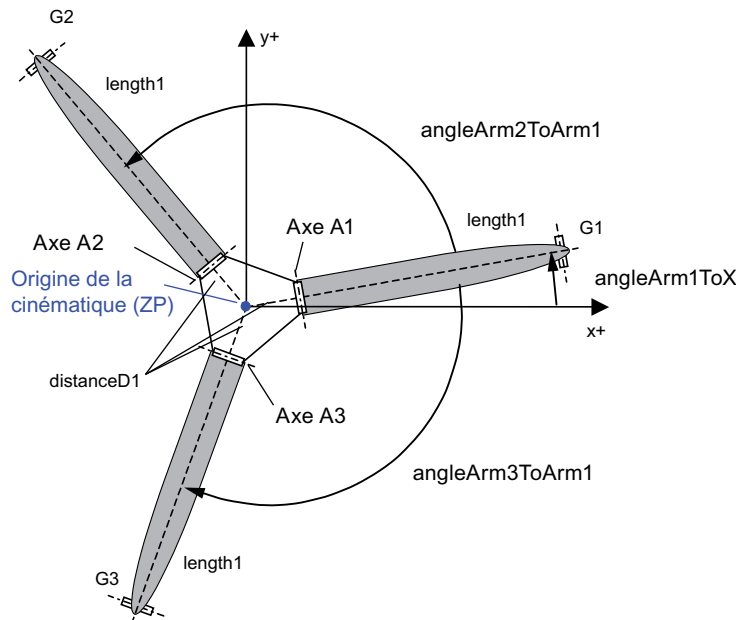


Figure 3-48 Cinématique du préhenseur delta 3D (vue d'en haut)

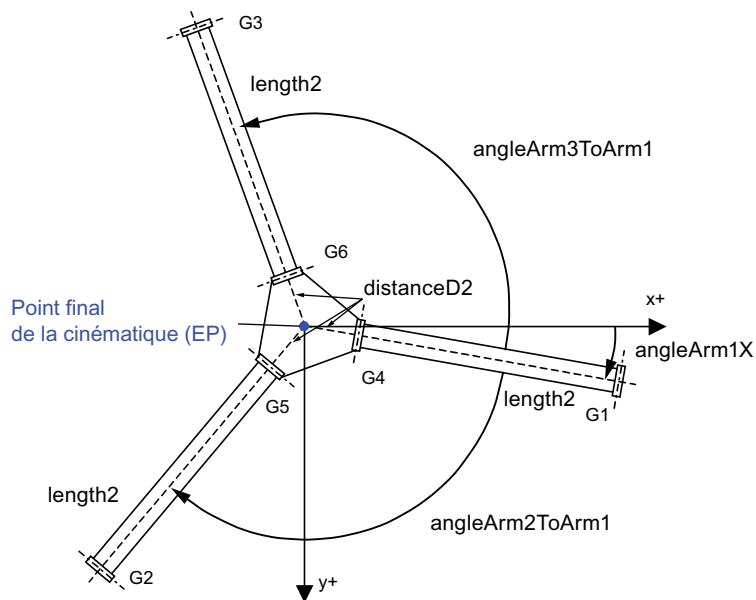


Figure 3-49 Cinématique du préhenseur delta 3D (vue d'en bas)

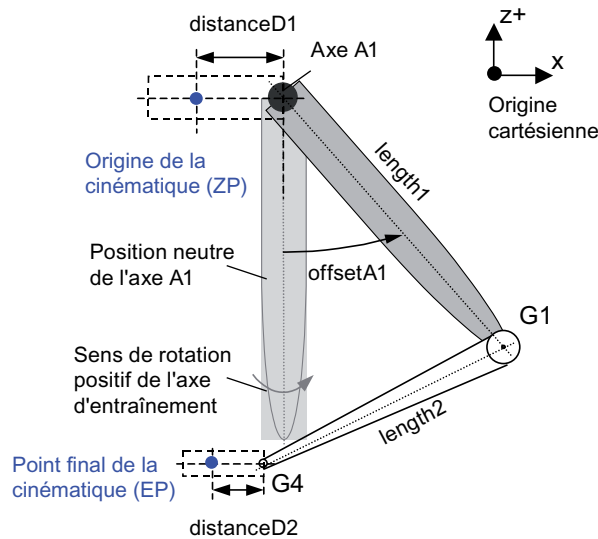


Figure 3-50 Cinématique du préhenseur delta 3D (bras individuel basé sur l'exemple de l'axe A1)

Définitions

- A1, A2 et A3 désignent les trois axes d'entraînement actifs de la structure cinématique. Ils se trouvent dans le plan x-y avec $z = 0$ et sont tous à une distance **distanceD1** de l'origine de la cinématique (ZP). Leur position neutre au sein de la structure cinématique correspond à l'orientation directe des segments de bras supérieurs (**length1**) dans la direction de l'axe z négatif. Les déploiements positifs s'effectuent dans le sens antihoraire, comme sur la figure précédente.
- G1 à G6 désignent les articulations à mouvement libre.
- On présume que les liaisons des articulations au point final (EP) s'orientent horizontalement en raison des entretoisements parallèles. On obtient ainsi $y_{G4} = y_{G5} = y_{G6}$. G4 à G6 se trouvent tous à une distance horizontale **distanceD2** du point final (EP).
- La position neutre de la cinématique se situe à $x_{ZP} = y_{ZP} = z_{ZP} = 0$ au centre entre les axes d'entraînement A1 à A3.
- Le point final de la transformation est défini par ses coordonnées x_{EP} , y_{EP} et z_{EP} au centre entre G4 à G6.

Tableau 3-10 Données de configuration de la cinématique du préhenseur delta 3D

typeOfKinematics: DELTA_3D_PICKER	Cinématique de type préhenseur delta 3D
basicOffset	Décalage de l'origine de la cinématique (ZP) par rapport à l'origine cartésienne
basicOffset.x	Décalage de l'origine de la cinématique par rapport à l'origine cartésienne pour la coordonnée x
basicOffset.y	Décalage de l'origine de la cinématique par rapport à l'origine cartésienne pour la coordonnée y
basicOffset.z	Décalage de l'origine de la cinématique par rapport à l'origine cartésienne pour la coordonnée z
basicOffset.roll	Rotation autour de x (roll)
basicOffset.pitch	Rotation autour de y (pitch)

3.13 Adaptation de la cinématique

basicOffset.yaw	Rotation autour de z (yaw)
length1	Longueur du segment de bras supérieur
length2	Longueur du segment de bras inférieur
distanceD1	Distance des axes d'entraînement A1 à A3 de l'origine de la cinématique (ZP)
distanceD2	Distance des articulations G4 à G6 du point final (EP)
offsetA1	Décalage de l'axe d'entraînement A1
offsetA2	Décalage de l'axe d'entraînement A2
offsetA3	Décalage de l'axe d'entraînement A3
angleArm1ToX	Décalage angulaire du bras A1-G1-G4 par rapport à l'axe x lors d'une rotation autour de l'axe z positif
angleArm2ToArm1	Décalage angulaire du bras A2-G2-G5 par rapport au bras A1-G1-G4 lors d'une rotation autour de l'axe z positif
angleArm3ToArm1	Décalage angulaire du bras A3-G3-G6 par rapport au bras A1-G1-G4 lors d'une rotation autour de l'axe z positif

Tableau 3-11 Volumes de positionnement possibles de l'articulation

Les angles suivants se rapportent toujours à l'orientation directe ϕ_0 de l'axe actif par rapport au point final.		
LinkConstellation	1	Angle de l'axe A1 dans la plage de $[0^\circ, 180^\circ]$. Angle de l'axe A2 dans la plage de $[0^\circ, 180^\circ]$. Angle de l'axe A3 dans la plage de $[0^\circ, 180^\circ]$.
	2	Angle de l'axe A1 dans la plage de $(-180^\circ, 0^\circ]$. Angle de l'axe A2 dans la plage de $[0^\circ, 180^\circ]$. Angle de l'axe A3 dans la plage de $[0^\circ, 180^\circ]$.
	3	Angle de l'axe A1 dans la plage de $[0^\circ, 180^\circ]$. Angle de l'axe A2 dans la plage de $(-180^\circ, 0^\circ]$. Angle de l'axe A3 dans la plage de $[0^\circ, 180^\circ]$.
	4	Angle de l'axe A1 dans la plage de $[0^\circ, 180^\circ]$. Angle de l'axe A2 dans la plage de $[0^\circ, 180^\circ]$. Angle de l'axe A3 dans la plage de $(-180^\circ, 0^\circ]$.
	5	Angle de l'axe A1 dans la plage de $(-180^\circ, 0^\circ]$. Angle de l'axe A2 dans la plage de $(-180^\circ, 0^\circ]$. Angle de l'axe A3 dans la plage de $[0^\circ, 180^\circ]$.
	6	Angle de l'axe A1 dans la plage de $(-180^\circ, 0^\circ]$. Angle de l'axe A2 dans la plage de $[0^\circ, 180^\circ]$. Angle de l'axe A3 dans la plage de $(-180^\circ, 0^\circ]$.
	7	Angle de l'axe A1 dans la plage de $[0^\circ, 180^\circ]$. Angle de l'axe A2 dans la plage de $(-180^\circ, 0^\circ]$. Angle de l'axe A3 dans la plage de $(-180^\circ, 0^\circ]$.
	8	Angle de l'axe A1 dans la plage de $(-180^\circ, 0^\circ]$. Angle de l'axe A2 dans la plage de $(-180^\circ, 0^\circ]$. Angle de l'axe A3 dans la plage de $(-180^\circ, 0^\circ]$.

Vous trouverez une illustration des positions possibles des articulations d'un axe individuel à la section Préhenseur delta 2D (Page 75).

3.13.3.8 Cinématique SCARA

Généralités

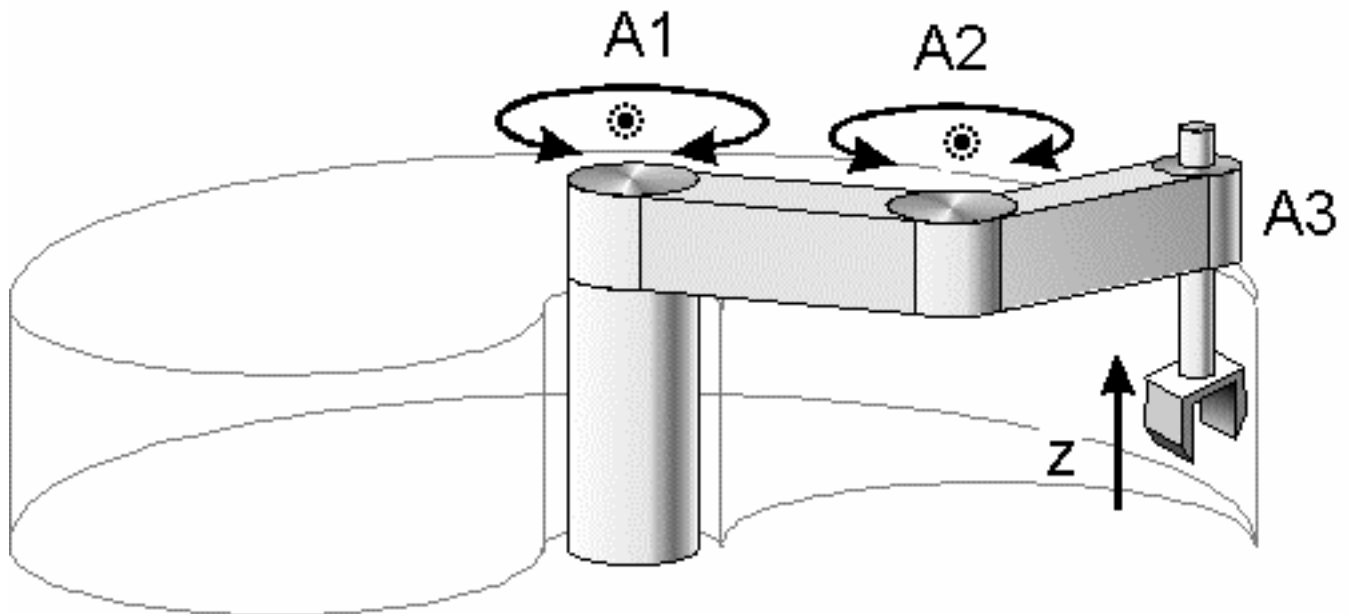


Figure 3-51 SCARA : représentation du système d'axes

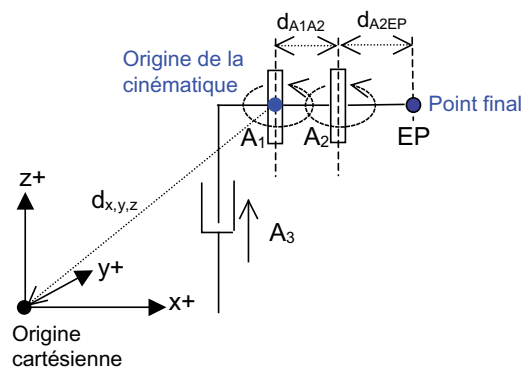


Figure 3-52 SCARA : cinématique

L'origine de la cinématique est A1.

Les positions neutres des axes A1 et A2 sont les suivantes :

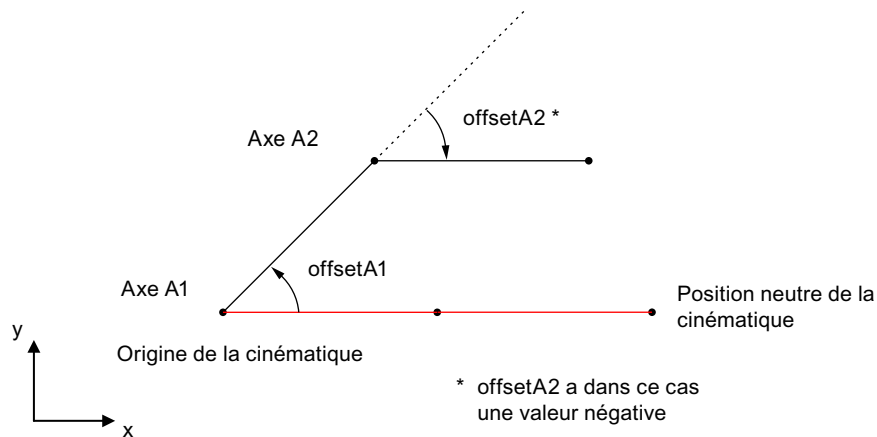


Figure 3-53 SCARA : positions neutres

Le domaine de définition des axes individuels A1 et A2 est limité à $[-180^\circ; 180^\circ]$.

Compensations d'articulation

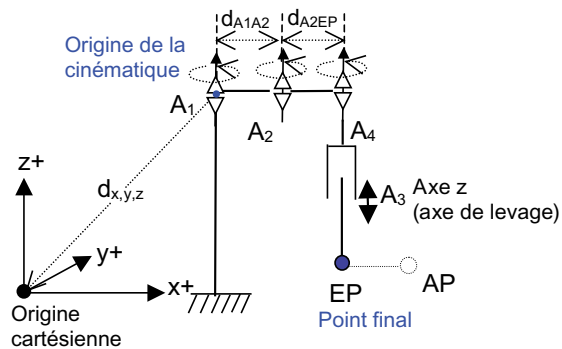


Figure 3-54 SCARA : Cinématique avec compensation d'articulation

Couplages d'axes

Des couplages mécaniques peuvent exister :

- Entre A1 et A2
- Entre A1, A2 et $A_{\text{synchrone}}$ (A4)
- Entre $A_{\text{synchrone}}$ (A4) et A3

Les couplages d'axes suivants peuvent être compensés par le système :

- Couplage de l'axe A1 à l'axe A2
- Couplage de l'axe A1 et de l'axe A2 à l'axe A4 asservi par trajectoires synchronisées
En d'autres termes, la consigne de l'axe A4 sera également modifiée au niveau de l'axe de positionnement en fonction des modifications des axes A1 et A2.
Si l'axe A1 et/ou l'axe A2 sont déplacés et qu'un déplacement à trajectoires synchronisées est simultanément spécifié dans w, une superposition/addition de la spécification du déplacement à trajectoires synchronisées et une compensation par rapport à l'axe de positionnement sont effectuées dans le système.
- Couplage de l'axe A4 à l'axe A3 (axe de levage)
Si l'axe A3 est déplacé par le déplacement avec interpolation et qu'une compensation de w vers l'axe A3 est nécessaire en même temps, les spécifications sont superposées.

La fonctionnalité de compensation et les spécifications de l'axe à trajectoire synchrone w au moyen du déplacement à trajectoires synchronisées sont indépendantes les unes des autres et sont appliquées simultanément par le système.

Sens d'action du couplage d'axes

Les principes suivants s'appliquent au couplage de l'axe A1 à l'axe A2, ainsi qu'au couplage de l'axe A4 à l'axe A3 :

Pour un facteur de couplage $> 0,0$, la transformation sera basée sur un déplacement positif du premier axe entraînant un déplacement négatif du second axe.

Les principes suivants s'appliquent au couplage de l'axe A1 à l'axe A4, ainsi qu'au couplage de l'axe A2 à l'axe A4 :

Pour un facteur de couplage $> 0,0$, la transformation sera basée sur un déplacement positif du premier axe entraînant un déplacement positif du second axe.

Le couplage entre l'axe A4 et l'axe A3 est réalisé en tant que pas de vis, c'est-à-dire que pour un facteur de couplage de $+1,0$, un mouvement à $360,0$ degrés sur l'axe A4 correspond à une course de $-1,0$ mm sur l'axe A3.

Tableau 3-12 Données de configuration de la cinématique SCARA

typeOfKinematics: SCARA	Cinématique de type SCARA
basicOffset.x	Décalage de l'origine de la cinématique par rapport à l'origine cartésienne pour la coordonnée x
basicOffset.y	Décalage de l'origine de la cinématique par rapport à l'origine cartésienne pour la coordonnée y
basicOffset.z	Décalage de l'origine de la cinématique par rapport à l'origine cartésienne pour la coordonnée z
basicOffset.roll	Rotation autour de x (roll)
basicOffset.pitch	Rotation autour de y (pitch)
basicOffset.yaw	Rotation autour de z (yaw)
offsetA1	Décalage de l'origine de l'axe A1 par rapport à la position neutre de l'axe A1 dans la transformation
distanceA1A2	Distance A1 - A2
offsetA2	Décalage de l'origine de l'axe A2 par rapport à la position neutre de l'axe A2 dans la transformation
distanceA2Endpoint	Distance A2 - point final

linkCompensationA2.enableA1A2	Compensation de la dépendance de la position de l'articulation A1 par rapport à A2
linkCompensationA2.factorA1A2	Facteur de couplage pour la compensation sur l'axe A2
linkCompensationA4.enableA1A4	Compensation de la dépendance de la position de l'articulation A1 par rapport à A4
linkCompensationA4.factorA1A4	Facteur de couplage pour la compensation sur l'axe A4
linkCompensationA4.enableA2A4	Compensation de la dépendance de la position de l'articulation A2 par rapport à A4
linkCompensationA4.factorA2A4	Facteur de couplage pour la compensation sur l'axe A4
linkCompensationA3.enableA4A3	Compensation de la dépendance de la position de l'articulation A4 par rapport à A3
linkCompensationA3.factorA4A3	Facteur de couplage pour la compensation sur l'axe A3

Tableau 3-13 Volumes de positionnement possibles de l'articulation

LinkConstellation	1	Position positive de l'articulation : angle de l'axe A2 dans la plage de $[0^\circ, 180^\circ)$ par rapport à l'origine de la cinématique
	2	Position négative de l'articulation : angle de l'axe A2 dans la plage de $[-180^\circ, 0^\circ)$ par rapport à l'origine de la cinématique

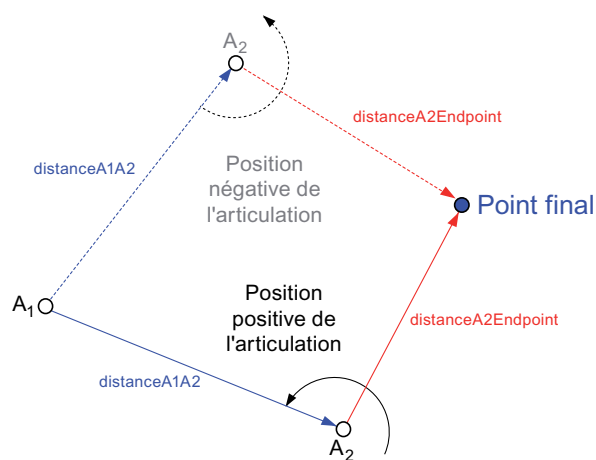


Figure 3-55 Positions possibles de l'articulation

3.13.3.9 Cinématique du bras articulé 2D

Généralités

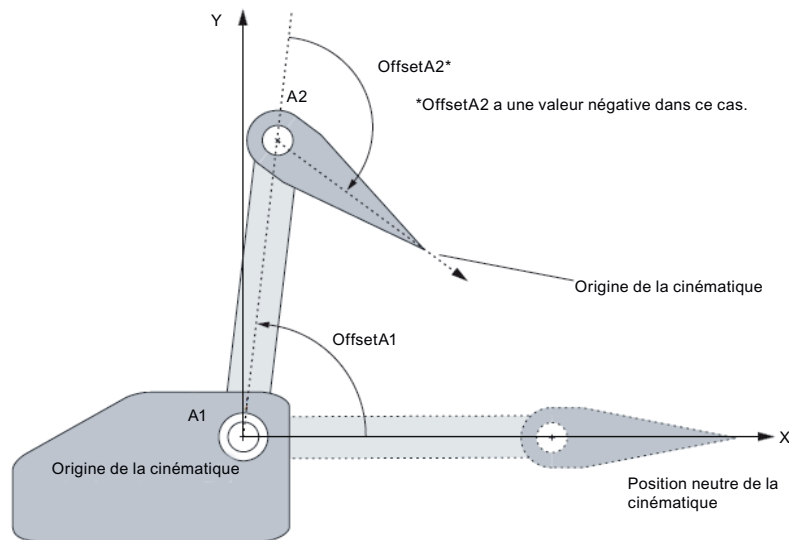


Figure 3-56 Bras articulé 2D : représentation des axes

Tableau 3-14 Données de configuration de la cinématique du bras articulé 2D

typeOfKinematics:ARTICULATED_ARM_2D	Cinématique de type bras articulé 2D
basicOffset.x	Décalage de l'origine de la cinématique par rapport à l'origine cartésienne pour la coordonnée x
basicOffset.y	Décalage de l'origine de la cinématique par rapport à l'origine cartésienne pour la coordonnée y
basicOffset.z	Décalage de l'origine de la cinématique par rapport à l'origine cartésienne pour la coordonnée z
basicOffset.roll	Rotation autour de x (roll)
basicOffset.pitch	Rotation autour de y (pitch)
basicOffset.yaw	Rotation autour de z (yaw)
config2D	Plan principal des axes d'interpolation
linkCompensationA2.enableA1A2	Compensation de la dépendance de la position de l'articulation A1 par rapport à A2
linkCompensationA2.factorA1A2	Facteur de couplage pour la compensation sur l'axe A2
distanceA1A2	Distance A1 - A2
offsetA1	Offset d'angle
offsetA2	Offset d'angle

Tableau 3-15 Volumes de positionnement possibles de l'articulation

LinkConstellation	1	Angle de l'axe A2 dans la plage de $[0^{\circ}, 180^{\circ})$ par rapport à l'origine de la cinématique
	2	Angle de l'axe A2 dans la plage de $[-180^{\circ}, 0^{\circ})$ par rapport à l'origine de la cinématique

3.13.3.10 Cinématique du bras articulé 3D

Généralités

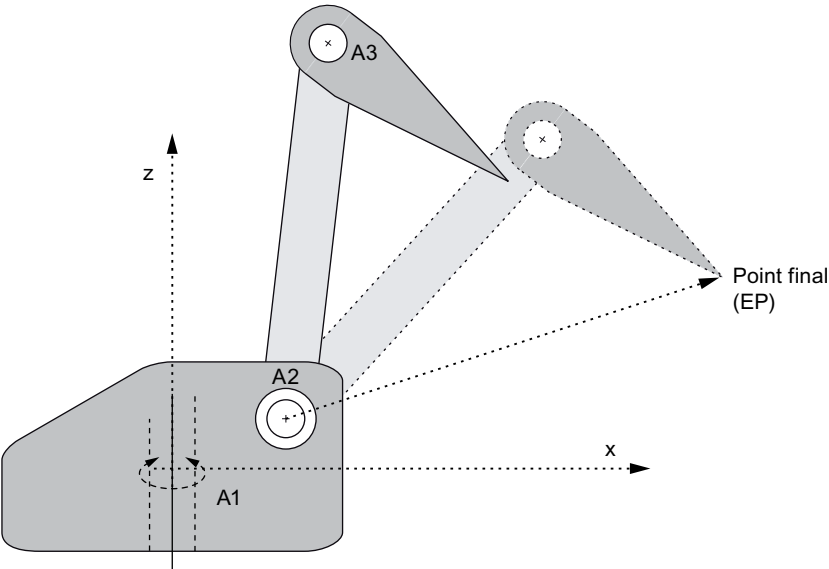


Figure 3-57 Bras articulé 3D : représentation des axes

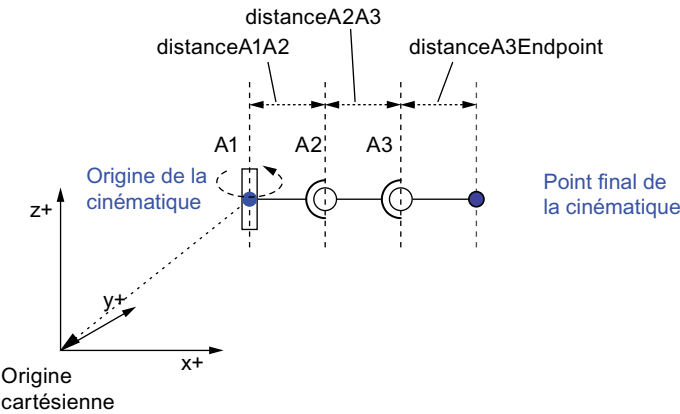


Figure 3-58 Bras articulé 3D : cinématique

L'origine de la cinématique est A1.

La position neutre de la cinématique est présente lorsque **distanceA1A2**, **distanceA2A3** et **distanceA3EP** pointent dans la direction cartésienne x.

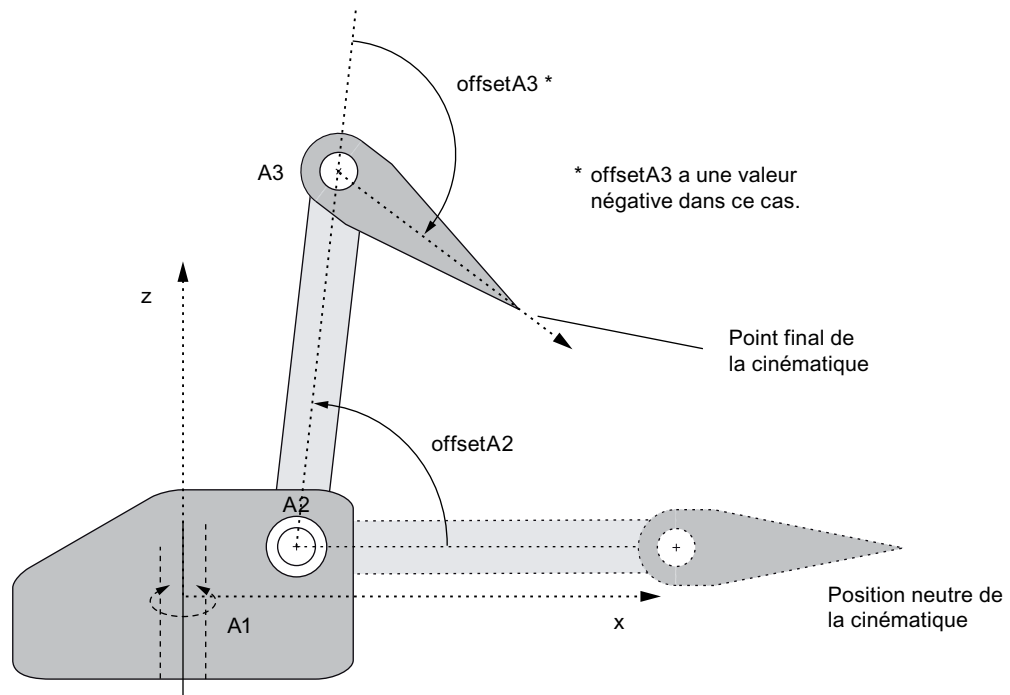


Figure 3-59 Bras articulé 3D : positions neutres des axes A2 et A3

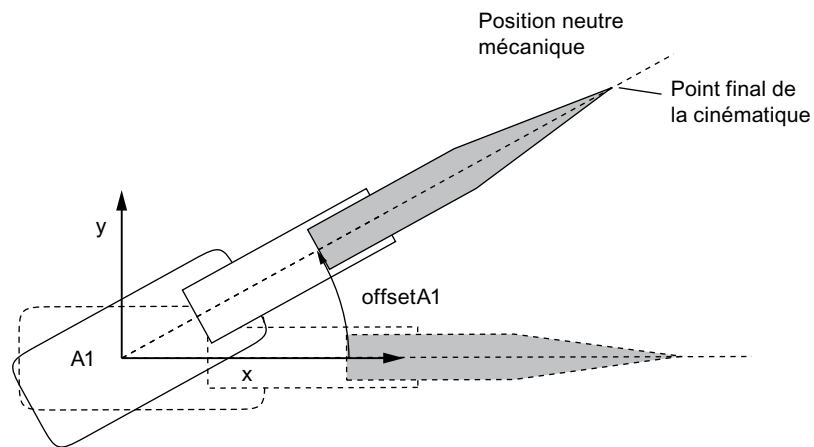


Figure 3-60 Bras articulé 3D : position neutre de l'axe A1

Le domaine de définition des axes individuels A1 à A3 est limitée à $[-180^\circ; 180^\circ]$.

Couplages d'axes

Si le facteur de couplage de deux axes est positif, la transformation sera basée sur un déplacement positif du premier axe, entraînant un déplacement négatif du second axe.

3.13 Adaptation de la cinématique

Tableau 3-16 Données de configuration de la cinématique du bras articulé 3D

typeOfKinematics: ARTICULATED_ARM	Cinématique de type bras articulé 3D
basicOffset.x	Décalage de l'origine de la cinématique par rapport à l'origine cartésienne pour la coordonnée x
basicOffset.y	Décalage de l'origine de la cinématique par rapport à l'origine cartésienne pour la coordonnée y
basicOffset.z	Décalage de l'origine de la cinématique par rapport à l'origine cartésienne pour la coordonnée z
basicOffset.roll	Rotation autour de x (roll)
basicOffset.pitch	Rotation autour de y (pitch)
basicOffset.yaw	Rotation autour de z (yaw)
offsetA1	Décalage de l'origine de l'axe A1 par rapport à la position neutre de l'axe A1 dans la transformation
distanceA1A2	Distance A1 - A2
offsetA2	Décalage de l'origine de l'axe A2 par rapport à la position neutre de l'axe A2 dans la transformation
distanceA2A3	Distance A2 - A3
offsetA3	Décalage de l'origine de l'axe A3 par rapport à la position neutre de l'axe A3 dans la transformation
distanceA3Endpoint	Distance A3 - point final
linkCompensation.enableA2A3	Compensation de la dépendance de la position de l'articulation A3 par rapport à A2
linkCompensation.factorA2A3	Facteur de couplage pour la compensation sur l'axe A2

Tableau 3-17 Volumes de positionnement possibles de l'articulation

LinkConstellation	1	Angle de l'axe A3 dans la plage de $[0^\circ, 180^\circ)$ par rapport à l'origine de la cinématique L'angle de l'axe A1 correspond à $\text{atan}(\text{EPy}/\text{EPx})$
	2	Angle de l'axe A3 dans la plage de $[-180^\circ, 0^\circ)$ par rapport à l'origine de la cinématique L'angle de l'axe A1 correspond à $\text{atan}(\text{EPy}/\text{EPx})$
	3	Angle de l'axe A3 dans la plage de $[0^\circ, 180^\circ)$ par rapport à l'origine de la cinématique L'angle de l'axe A1 correspond à $-\text{atan}(\text{EPy}/\text{EPx})$
	4	Angle de l'axe A3 dans la plage de $[-180^\circ, 0^\circ)$ par rapport à l'origine de la cinématique L'angle de l'axe A1 correspond à $-\text{atan}(\text{EPy}/\text{EPx})$

3.13.3.11 Cinématique du bras orientable 2D

Cinématique du bras orientable 2D

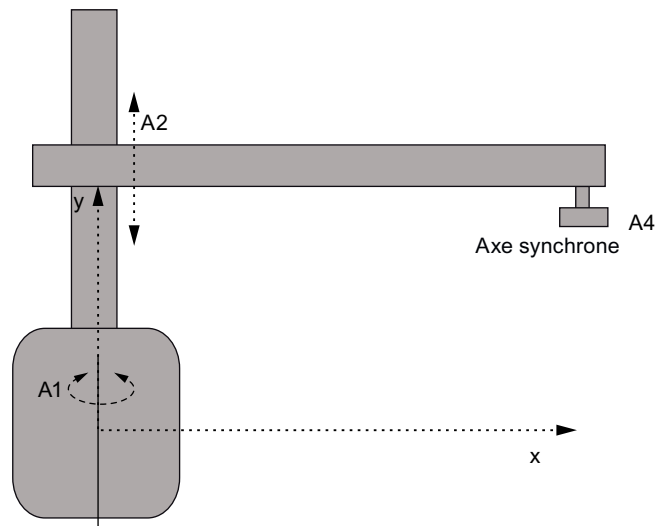


Figure 3-61 Représentation des axes

Bras orientable 2D

Pour la cinématique des bras orientables, la programmation se fait sur la surface cylindrique que la cinématique peut atteindre.

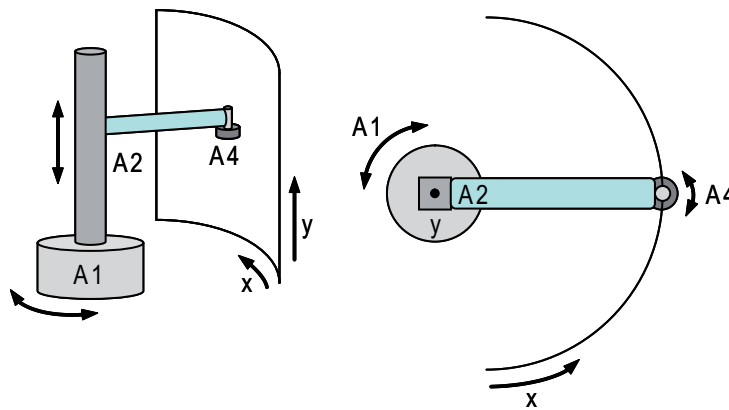


Figure 3-62 Plage de travail de la cinématique

Le développement de la surface cylindrique donne un plan 2D pouvant être paramétré avec un plan de coordonnées et des décalages comme pour la cinématique cartésienne 2D (Page 71). Les décalages agissent dans le plan de coordonnées paramétré et la rotation autour de l'axe perpendiculaire au plan.

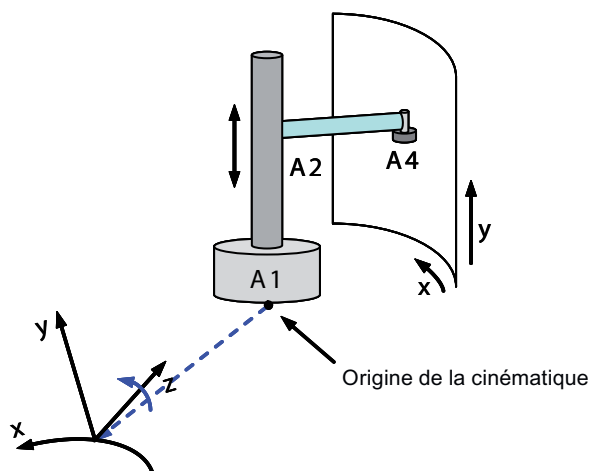


Figure 3-63 Décalage et rotation de la cinématique

Les paramètres suivants prennent effet selon le plan utilisé :

Plan X_Y :

Décalage dans les directions x et y et rotation autour de l'axe z

Plan Y_Z :

Décalage dans les directions y et z et rotation autour de l'axe x

Plan Z_X :

Décalage dans les directions z et x et rotation autour de l'axe y

L'utilisation de la rotation n'est pas judicieuse pour cette cinématique.

Les compensations des dépendances **LinkCompensationA1** et **LinkCompensationA2** et l'offset d'angle **offsetA1** de l'articulation rotoïde A1 agissent comme dans le cas de la cinématique SCARA (Page 81).

L'utilisation de la fonction **Converyorttracking** (voir Séquence de déplacements sur l'objet trajectoire (Page 101)) n'est pas judicieuse pour cette cinématique.

Tableau 3-18 Données de configuration de la cinématique du bras orientable 2D

typeOfKinematics:SWIVEL ARM	Cinématique de type bras orientable 2D
basicOffset.x	Décalage de l'origine de la cinématique par rapport à l'origine cartésienne pour la coordonnée x
basicOffset.y	Décalage de l'origine de la cinématique par rapport à l'origine cartésienne pour la coordonnée y
basicOffset.z	Décalage de l'origine de la cinématique par rapport à l'origine cartésienne pour la coordonnée z
basicOffset.roll	Rotation autour de x (roll)
basicOffset.pitch	Rotation autour de y (pitch)
basicOffset.yaw	Rotation autour de z (yaw)

config2D	Plan principal des axes d'interpolation
linkCompensationA4.enableA1A4	Compensation de la dépendance de la position de l'articulation A1 par rapport à A4
linkCompensationA4.factorA1A4	Facteur de couplage pour la compensation sur l'axe A4
linkCompensationA2.enableA4A2	Compensation de la dépendance de la position de l'articulation A4 par rapport à A2
linkCompensationA2.factorA4A2	Facteur de couplage pour la compensation sur l'axe A2
distanceA1Endpoint	Distance A1 - point final
offsetA1	Offset d'angle sur l'articulation rotoïde A1

3.13.3.12 Robot cylindrique 3D

Généralités

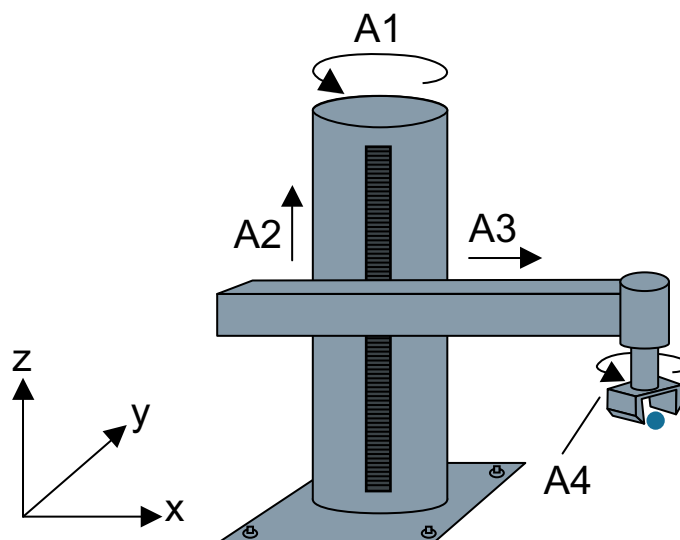


Figure 3-64 Robot cylindrique 3D : représentation des axes

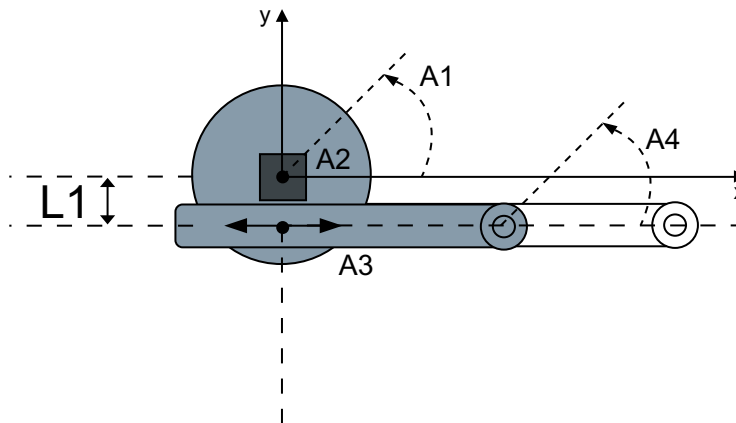


Figure 3-65 Robot cylindrique 3D : vue de dessus et représentation des axes

Pour le robot cylindrique 3D, un des axes cartésiens est remplacé par un axe rotatif. La zone de travail est cylindrique.

Définitions

- A1, A2, A3 et A4 désignent les quatre axes d'entraînement actifs de la structure cinématique. A1 et A4 sont des axes rotatifs et A2 et A3 des axes linéaires.
- L1 correspond à la distance entre les axes A2 et A3. En position neutre, elle correspond à la distance entre l'axe A3 et l'axe x. Cette distance influence donc également le calcul du point final de la transformation. Les valeurs positives sont dans le sens de l'axe y. Dans la vue de dessus (en haut), la valeur de L1 est donc négative.
- Le domaine de définition de l'axe A1 est limité à $[-180^\circ; 180^\circ]$.

Couplages d'axes

Des couplages mécaniques peuvent exister :

- Entre A1 et A4
- Entre A4 et A2

Les couplages d'axes suivants peuvent être compensés par le système :

- Couplage de l'axe A1 à l'axe A4
- Couplage de l'axe A4 à l'axe A2

Sens d'action du couplage d'axes

Les principes suivants s'appliquent au couplage de l'axe A1 à l'axe A4 :

Pour un facteur de couplage $> 0,0$, la transformation sera basée sur un déplacement positif du premier axe entraînant un déplacement positif du second axe.

Les principes suivants s'appliquent au couplage de l'axe A4 à l'axe A2 :

Pour un facteur de couplage $> 0,0$, la transformation sera basée sur un déplacement positif du premier axe entraînant un déplacement négatif du second axe.

Le couplage entre l'axe A4 et l'axe A2 est réalisé en tant que pas de vis, c'est-à-dire que pour un facteur de couplage de +1,0, un mouvement à 360,0 degrés sur l'axe A4 correspond à une course de -1,0 mm sur l'axe A2.

Tableau 3-19 Données de configuration de la cinématique du robot cylindrique 3D

typeOfKinematics: CYLINDRICAL	Cinématique de type robot cylindrique 3D
basicOffset	Décalage de l'origine de la cinématique (ZP) par rapport à l'origine cartésienne
basicOffset.x	Décalage de l'origine de la cinématique par rapport à l'origine cartésienne pour la coordonnée x
basicOffset.y	Décalage de l'origine de la cinématique par rapport à l'origine cartésienne pour la coordonnée y
basicOffset.z	Décalage de l'origine de la cinématique par rapport à l'origine cartésienne pour la coordonnée z
basicOffset.roll	Rotation autour de x (roll)
basicOffset.pitch	Rotation autour de y (pitch)
basicOffset.yaw	Rotation autour de z (yaw)
distanceA2A3	Distance entre l'axe A2 et l'axe A3
offsetA1	Offset d'angle de l'axe rotatif A1
linkCompensation.enableA1A4	Compensation de la dépendance de la position de l'articulation de l'axe A1 par rapport à l'axe A4
linkCompensation.factorA1A4	Facteur de couplage pour la compensation sur l'axe A4
linkCompensation.enableA4A2	Compensation de la dépendance de la position de l'articulation de l'axe A4 par rapport à l'axe A2
linkCompensation.factorA4A2	Facteur de couplage pour la compensation sur l'axe A2

3.13.3.13 Fonction utilisateur 2D/3D

Généralités

La cinématique Fonction utilisateur 2D/3D permet d'utiliser une fonction de transformation mise à disposition par l'utilisateur. Cette fonction utilisateur est créée en notation ST et exécutée par le biais d'une interface Hook dans le contexte d'exécution TO. L'interface Hook mise à disposition au niveau du TO permet d'exécuter un code ST compilé dans le contexte d'exécution TO.

L'interface fonctionnelle pour la fonction utilisateur 2D/3D en langage ST est définie de manière fixe. Les paramètres d'entrée sont écrits par le TO et les valeurs de sortie calculées par la fonction ST.

Interface Hook

Deux interfaces différentes sont définies pour les transformations avant et arrière. Chaque sens de transformation est donc réalisé par une fonction.

Tableau 3-20 Paramètres d'entrée FC de la transformation avant

Nom	Type	Description
a1Position	LREAL	Position axe 1
a1Velocity	LREAL	Vitesse axe 1
a1Acceleration	LREAL	Accélération axe 1
a2Position	LREAL	Position axe 2
a2Velocity	LREAL	Vitesse axe 2
a2Acceleration	LREAL	Accélération axe 2
a3Position	LREAL	Position axe 3
a3Velocity	LREAL	Vitesse axe 3
a3Acceleration	LREAL	Accélération axe 3
a4Position	LREAL	Position axe 4
a4Velocity	LREAL	Vitesse axe 4
a4Acceleration	LREAL	Accélération axe 4
pathObject	_PathObjectType	Instance de l'objet trajectoire
executionContext	EnumPathObjectTransformationContext	Contexte d'exécution TO_INTERPOLATION_CYCLE : appel FC pour un calcul de la transformation dans le temps de cycle d'interpolation, par exemple pour l'interpolation de trajectoire NON_CYCLIC : appel FC pour un calcul non cyclique de la transformation, par exemple pour une fonction d'information
kinematicsConfigData	Array [1..32]	Données de configuration personnalisées (correspondant à la donnée de configuration parameter)
userTrafoID	UDINT	Identification de la transformation de coordonnées personnalisée (correspondant à la donnée de configuration userTrafoID)
kinematicsType	EnumPathUserKinematicsType	Paramétrage de la cinématique pour la fonction utilisateur (_2D ou _3D)
config2D	EnumPathKinematicsConfig2D	Plan principal des axes d'interpolation (ignoré pour la fonction utilisateur 3D), valeurs possibles X_Y, Y_Z et Z_X)

Tableau 3-21 Paramètres de sortie FC de la transformation avant

Nom	Type	Description
functionResult	DINT	Résultat de fonction 0: OK, la vitesse et l'accélération n'ont pas été calculées 1: OK, la vitesse et l'accélération ont été calculées Autres valeurs : erreur
xPosition	LREAL	Composante X de la position
xVelocity	LREAL	Composante X de la vitesse
xAcceleration	LREAL	Composante X de l'accélération
yPosition	LREAL	Composante Y de la position
yVelocity	LREAL	Composante Y de la vitesse
yAcceleration	LREAL	Composante Y de l'accélération
zPosition	LREAL	Composante Z de la position
zVelocity	LREAL	Composante Z de la vitesse
zAcceleration	LREAL	Composante Z de l'accélération
wPosition	LREAL	Composante W de la position
wVelocity	LREAL	Composante W de la vitesse
wAcceleration	LREAL	Composante W de l'accélération
linkConstellation	DINT	Position de l'articulation

Tableau 3-22 Paramètres d'entrée FC de la transformation arrière

Nom	Type	Description
xPosition	LREAL	Composante X de la position
xVelocity	LREAL	Composante X de la vitesse
xAcceleration	LREAL	Composante X de l'accélération
yPosition	LREAL	Composante Y de la position
yVelocity	LREAL	Composante Y de la vitesse
yAcceleration	LREAL	Composante Y de l'accélération
zPosition	LREAL	Composante Z de la position
zVelocity	LREAL	Composante Z de la vitesse
zAcceleration	LREAL	Composante Z de l'accélération
wPosition	LREAL	Composante W de la position
wVelocity	LREAL	Composante W de la vitesse
wAcceleration	LREAL	Composante W de l'accélération
w2Position	LREAL	Composante W2 de la position (longueur de trajectoire)
w2Velocity	LREAL	Composante W2 de la vitesse
w2Acceleration	LREAL	Composante W2 de l'accélération
linkConstellation	DINT	Position de l'articulation
pathObject	_PathObjectType	Instance de l'objet trajectoire

3.13 Adaptation de la cinématique

Nom	Type	Description
executionContext	EnumPathObjectTransformationContext	Contexte d'exécution TO_INTERPOLATION_CYCLE : appel FC pour un calcul de la transformation dans le temps de cycle d'interpolation, par exemple pour l'interpolation de trajectoire NON_CYCLIC : appel FC pour un calcul non cyclique de la transformation, par exemple pour une fonction d'information
kinematicsConfigData	Array [1..32]	Données de configuration personnalisées (correspondant à la donnée de configuration parameter)
userTrafoID	UDINT	Identification de la transformation de coordonnées personnalisée (correspondant à la donnée de configuration userTrafoID)
kinematicsType	EnumPathUserKinematicsType	Paramétrage de la cinématique pour la fonction utilisateur (_2D ou _3D)
config2D	EnumPathKinematicsConfig2D	Plan principal des axes d'interpolation (ignoré pour la fonction utilisateur 3D), valeurs possibles X_Y, Y_Z et Z_X)

Tableau 3-23 Paramètres de sortie FC de la transformation arrière

Nom	Type	Description
functionResult	DINT	Résultat de fonction 0: OK, la vitesse et l'accélération n'ont pas été calculées 1: OK, la vitesse et l'accélération ont été calculées Autres valeurs : erreur
a1Position	LREAL	Position axe 1
a1Velocity	LREAL	Vitesse axe 1
a1Acceleration	LREAL	Accélération axe 1
a2Position	LREAL	Position axe 2
a2Velocity	LREAL	Vitesse axe 2
a2Acceleration	LREAL	Accélération axe 2
a3Position	LREAL	Position axe 3
a3Velocity	LREAL	Vitesse axe 3
a3Acceleration	LREAL	Accélération axe 3
a4Position	LREAL	Position axe 4
a4Velocity	LREAL	Vitesse axe 4
a4Acceleration	LREAL	Accélération axe 4

Remarque**Paramètre de sortie fonctionResult**

L'utilisateur doit définir le paramètre de sortie fonctionResult sur 1 si, en plus des positions, les vitesses et les accélérations sont également calculées dans les FC. Si le paramètre n'est pas explicitement mis à 1, il correspond alors à la valeur 0. Dans ce cas, seules les valeurs de position calculées des FC sont prises en compte.

Remarque**Unités des variables d'interface**

Toutes les variables de l'interface sont disponibles dans les unités paramétrées par l'utilisateur.

Création d'une fonction

Les fonctions de transformation peuvent être créées dans le langage de programmation ST. Pour que les fonctions soient utilisables pour la transformation, il est nécessaire de paramétrer un pragma avec attribut.

```
ToHookApplicable := YES | NO
```

Si le pragma est activé, seules certaines opérations sont autorisées.

Opérations autorisées

- Fonctions standard numériques et logiques
- Accès aux bits des chaînes binaires
- Fonctions standard de conversion de type de données
- Conversion entre types de données quelconques et champs d'octets
- Regroupement de types de données en chaîne binaire
- Fonctions de vérification des nombres à virgule flottante
- Fonctions de sélection
- Accès aux variables globales
- Accès cohérent aux variables globale des types de données dérivés (UDT)
- Détermination de la mémoire requise pour une variable ou un type de données

Opérations interdites

- Fonctions système sur TO
- Fonctions d'accès aux TO (données de configuration, variables système)
- Fonctions d'accès aux données IO et aux conteneurs IO
- Fonctions système sur appareils
- Fonctions standard de commande de modules de périphérie et de composants d'entraînement
- Fonctions système de commande d'axes selon PLCopen

3.13 Adaptation de la cinématique

- Sauvegarde et initialisation des données à partir d'un programme utilisateur
- Fonctions de communication
- Blocs fonctionnels système (compteurs, générateurs de front, horloges, etc.)
- Marshalling
- Traitement de chaînes
- Conversion de types de données d'objets technologiques

Exemple

Vous trouverez ci-dessous un exemple minimal pour les fonctions (FC) de transformation directe et de transformation inverse.

Transformation directe

```
FUNCTION FC_trans_Direct_Real :StructPathDirectUserTransformationOut
{ToHookApplicable:= YES}
  VAR_INPUT
    ParIn : StructPathDirectUserTransformationIn;
  END_VAR
  FC_trans_Direct_Real.xPosition      := ParIn.a1Position;
  FC_trans_Direct_Real.yPosition      := ParIn.a2Position;
  FC_trans_Direct_Real.zPosition      := ParIn.a3Position;
  FC_trans_Direct_Real.wPosition      := ParIn.a4Position;
  FC_trans_Direct_Real.functionResult := 0;
END_FUNCTION
```

Transformation inverse

```
FUNCTION FC_trans_Inverse_Real :StructPathInverseUserTransformationOut
{ToHookApplicable:= YES}
  VAR_INPUT
    ParIn : StructPathInverseUserTransformationIn;
  END_VAR
  FC_trans_Inverse_Real.a1Position := ParIn.xPosition;
  FC_trans_Inverse_Real.a2Position := ParIn.yPosition;
  FC_trans_Inverse_Real.a3Position := ParIn.zPosition;
  FC_trans_Inverse_Real.a4Position := ParIn.wPosition;
  FC_trans_Inverse_Real.functionResult := 0;
END_FUNCTION
```

Temps d'exécution

Le temps d'exécution de la fonction de transformation personnalisée est inclus dans le temps d'exécution de la tâche système IPO. De plus amples informations sur les surveillances et les paramètres de la tâche système IPO figurent dans le manuel Fonctions de base, au chapitre Système exécutif / Tâches / Cadences système.

Points d'arrêt

Les points d'arrêt (breakpoints) sont ignorés pour les FC de la fonction de transformation personnalisée.

Définitions

Tableau 3-24 Données de configuration de la transformation de coordonnées personnalisée

typeOfKinematics: USER_FUNCTION	Cinématique de type fonction utilisateur 2D/3D
kinematicsType	Paramétrage de la cinématique de la fonction utilisateur • _2D : programmation 2D dans un plan • _3D : programmation 3D dans l'espace
basicOffset	Décalage de l'origine de la cinématique (ZP) par rapport à l'origine cartésienne
basicOffset.x	Décalage de l'origine de la cinématique par rapport à l'origine cartésienne pour la coordonnée x
basicOffset.y	Décalage de l'origine de la cinématique par rapport à l'origine cartésienne pour la coordonnée y
basicOffset.z	Décalage de l'origine de la cinématique par rapport à l'origine cartésienne pour la coordonnée z
basicOffset.roll	Rotation autour de x (roll)
basicOffset.pitch	Rotation autour de y (pitch)
basicOffset.yaw	Rotation autour de z (yaw)
config2D	Plan principal des axes d'interpolation
parameter	Maximum 32 paramètres personnalisés pour la transformation
userTrafoID	Identification de la transformation de coordonnées personnalisée

3.13.3.14 Utilisation d'axes virtuels

Pour configurer une cinématique qui peut être reproduite sur une cinématique existante, mais qui n'utilise pas tous les axes de cette cinématique en tant qu'axes réels, vous devez créer et connecter les axes manquants en tant qu'axes d'interpolation virtuels.

Exemple : la cinématique du bras articulé prévoit trois axes.

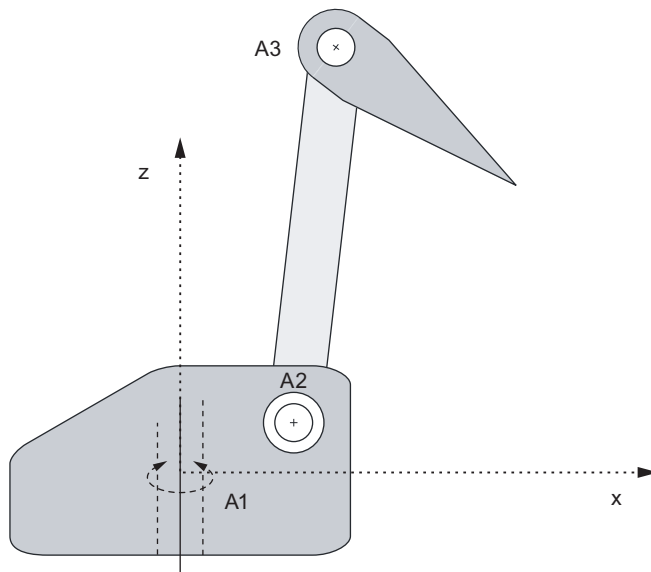


Figure 3-66 Cinématique du bras articulé : axes

- Axe **A1** : 1. axe d'interpolation
- Axe **A2** : 2. axe d'interpolation
- Axe **A3** : 3. axe d'interpolation

Si votre cinématique ne prévoit pas d'axe pour le 1er axe d'interpolation, vous devez créer un axe virtuel pour le 1er axe d'interpolation et connecter l'objet trajectoire à cet axe. L'objet trajectoire doit alors uniquement être déplacé et décalé dans le plan principal correspondant.

3.13.3.15 Cinématiques spécifiques

Cinématique de type SPECIFIC

La configuration de la cinématique de type SPECIFIC se fait via la donnée de configuration `typeOfKinematics`.

Exemple de paramétrage de l'objet trajectoire

`Kinematics.typeOfKinematics = SPECIFIC (6)`

La cinématique et les paramètres requis peuvent alors être définis via Trafold et dans une liste de paramètres.

Voir aussi

Annexe A (Page 181)

3.14 Systèmes de coordonnées objet et séquence de déplacements au niveau de l'objet trajectoire

3.14.1 Système de coordonnées objet (OCS) de l'objet trajectoire

A partir de V4.1.2, les positions indiquées dans les commandes de mouvement peuvent se rapporter soit au système de coordonnées de base (BCS) (fonctionnalité disponible jusqu'à présent) ou à un système de coordonnées objet (OCS).

La séquence de déplacements est disponible à partir de la version V4.2.

L'OCS peut être fixe (OCS statique) ou être synchronisé avec une valeur de déplacement disponible sur l'interface **trackingIn** de l'objet trajectoire.

L'interface **trackingIn** permet de connecter à l'objet trajectoire un objet technologique fournissant des informations de déplacement avec une position (la valeur de référence de séquence de déplacements), tel qu'un codeur externe ou un axe de positionnement.

Les déplacements avec interpolation se rapportant à un OCS permettent, par exemple, de prélever un produit d'une bande en mouvement ou de le déposer sur celle-ci.

Remarque

Lorsque la séquence de déplacements est active, les transitions progressives avec adaptation dynamique (`blendingMode := ACTIVE_WITH_DYNAMIC_ADAPTION`) ne sont pas prises en charge. Les déplacements programmés avec une transition progressive sont alors exécutés sans celle-ci.

Trois systèmes de coordonnées objet sont disponibles au niveau de l'objet trajectoire et les positions du point de fonctionnement sont affichées dans le système OCS correspondant (voir également la variable système `ocs`).

Activation d'un OCS

La position de référence de l'OCS par rapport au BCS est redéfinie au moyen de la fonction système `_setPathObjectOcs`. Les valeurs par défaut peuvent être réglées dans le masque SCOUT **Systèmes de coordonnées de l'objet**. Toutefois, ces valeurs ne prennent effet qu'après l'appel de `_setPathObjectOcs`. La variable système correspondante pour les valeurs par défaut est `userDefaultOcs`.

Les valeurs par défaut peuvent également être étalonnées (Page 134). Les nouvelles valeurs sont d'abord écrites dans `userDefaultOcs`. La position de référence des systèmes de coordonnées objet n'est pas écrasée. Pour cela, l'appel de `_setPathObjectOcs` est à nouveau nécessaire.

Si le paramètre `ocsSettingType` de la fonction système `_setPathObjectOcs` est défini sur la valeur `DIRECT`, des valeurs peuvent être directement indiquées pour le décalage et la rotation.

OCS suiveur

Un OCS suiveur est un OCS qui est synchronisé avec une valeur de déplacement connectée à l'interface **trackingIn** d'un objet technologique.

OCS statique

Un OCS statique est un OCS qui n'est pas synchronisé avec une valeur de déplacement. La position d'un OCS statique est toujours la **position de référence de l'OCS**.

Un OCS statique peut être utilisé pour exécuter des déplacements dans un système de coordonnées ayant été décalé et tourné par rapport au BCS.

Séquence de déplacements

La fonctionnalité **Séquence de déplacements** permet de synchroniser un point final de la cinématique avec un OCS suiveur. Elle contient les fonctions de synchronisation avec un produit placé sur une bande en mouvement.

3.14.2 Suivi de déplacement – Notions de base

3.14.2.1 Définition de la position de référence de l'OCS

La position de référence de l'OCS est définie par rapport au BCS dans le frame de base de l'OCS. Le frame de base de l'OCS contient le décalage (Translation) des axes cartésiens x, y et z, puis la rotation (Rotation) autour des différents axes.

Les décalages sont exécutés en premier pour définir la position de référence de l'OCS :

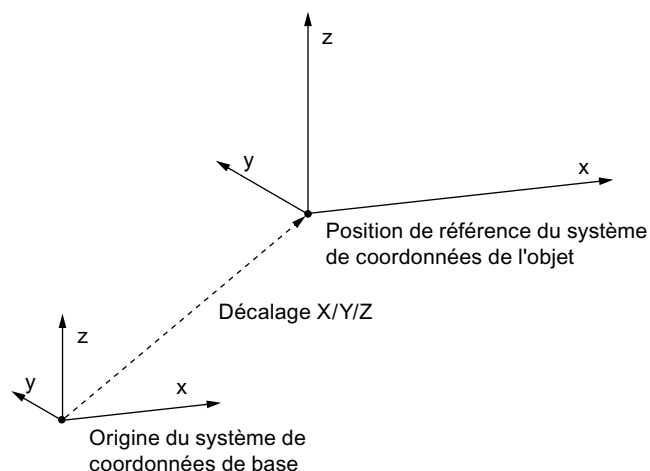


Figure 3-67 Décalage de l'OCS par rapport au BCS

Les rotations sont effectuées ensuite dans l'ordre suivant :

3.14 Systèmes de coordonnées objet et séquence de déplacements au niveau de l'objet trajectoire

1. **Roll** autour de l'axe x
2. **Pitch** autour de l'axe y (déjà tourné)
3. **Yaw** autour de l'axe z (déjà tourné deux fois)

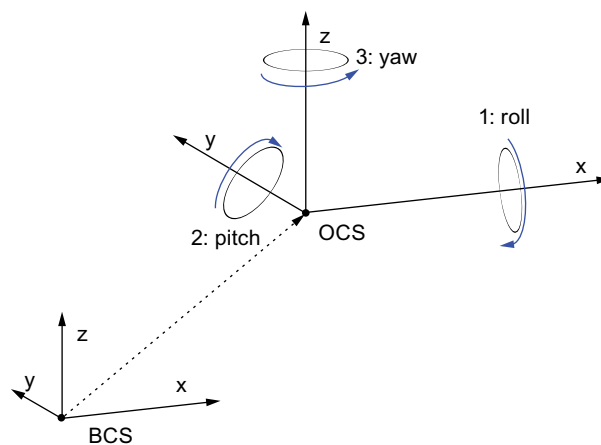


Figure 3-68 Rotations de l'OCS

Le frame de base peut être défini pour chaque OCS au niveau de l'objet trajectoire avec la commande `_setPathObjectOcs()`, les valeurs utilisées pouvant être soit les valeurs prééglées dans les variables système ou d'autres valeurs spécifiées directement.

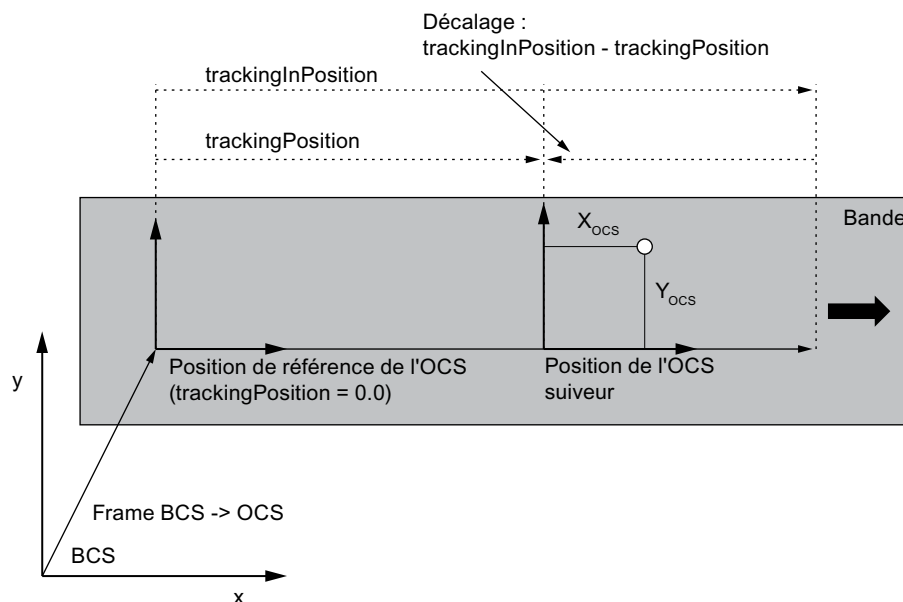
Définition de la terminologie

Figure 3-69 Représentation schématique du suivi de déplacement

OCS	Système de coordonnées de l'objet
BCS	Système de coordonnées de base
Frame	Décalage et rotation de l'OCS par rapport au BCS

Position de référence	Position de l'OCS après décalage/rotation du frame de base
Valeur de référence de suivi de déplacement	Mesure d'un codeur externe par exemple
Valeur de suivi de déplacement	Position actuelle de l'OCS suiveur par rapport à la position de référence de l'OCS
X_{OCS}, Y_{OCS}	Décalage du point final de la cinématique par rapport à la position de l'OCS suiveur

3.14.2.2 Affectation de l'OCS à une valeur de référence de suivi de déplacement

L'interface de raccordement d'entrée **trackingIn** de l'objet trajectoire peut être connectée à un autre TO mettant à disposition une interface de sortie avec une information de déplacement telle que la consigne de déplacement ou la mesure d'un axe ou la mesure d'un codeur externe.

La valeur de suivi de déplacement et la valeur de référence de suivi de déplacement sont affectées à la direction X de l'OCS. L'OCS est synchronisé avec la valeur de référence de suivi de déplacement, la position synchrone de l'OCS étant décalée de la valeur de suivi de déplacement pour la position de référence de l'OCS dans la direction X de l'OCS.

Si l'OCS n'est pas connecté ou qu'aucun TO (**trackingIn:=TO#NIL**) n'est indiqué dans la commande (**_setPathObjectOcs()**), l'OCS prendra effet dans sa position de référence.

Si le point final de la cinématique est synchronisé avec un OCS suiveur ou qu'il est déjà synchrone à celui-ci (**trackingIn <> TO#NIL** et **trackingState <> INACTIVE**), la commande **_setPathObjectOCS()** ne sera pas appliquée à cet OCS et un message d'erreur sera émis. Avant l'exécution de la commande, l'état synchronisé (état **SYNCHRONIZED**) de cet OCS doit être terminé.

Voir Fin de la synchronisation du point final de la cinématique avec un OCS suiveur (désynchronisation) (Page 108) pour plus d'informations.

3.14.2.3 Définition du décalage de la position de l'OCS suiveur

La programmation se rapportant généralement au produit, la position de l'OCS sur la bande devra également être adaptée en fonction de la position du produit, c.-à-d. être décalée.

Le décalage de la position de l'OCS dans la direction X, et donc dans la direction de la valeur de l'entrée de suivi de déplacement, s'effectue avec la commande **_redefinePathObjectOCS()**.

Si le point final de la cinématique est synchronisé avec un OCS suiveur ou qu'il est déjà synchrone à celui-ci (**trackingIn <> TO#NIL** et **trackingState <> INACTIVE**), la commande **_redefinePathObjectOCS()** ne sera pas appliquée à cet OCS et le message d'erreur 30002 sera émis. Avant l'exécution de la commande, l'état synchronisé (état **SYNCHRONIZED**) de cet OCS doit être terminé.

Les valeurs de position actuelles de l'OCS suiveur et de l'entrée de suivi de déplacement s'affichent dans les variables système suivantes :

3.14 Systèmes de coordonnées objet et séquence de déplacements au niveau de l'objet trajectoire

- **Valeur de référence de suivi de déplacement**

La valeur de position de l'entrée de suivi de déplacement de l'OCS, autrement dit la valeur de référence de suivi de déplacement (position de la bande), s'affiche dans la variable système **trackingInPosition**.

- **Valeur de suivi de déplacement**

La position de l'OCS suiveur, autrement dit la valeur de suivi de déplacement, s'affiche dans la variable système **trackingPosition**.

$$\text{trackingPosition} = \text{trackingInPosition} + \text{décalage}$$

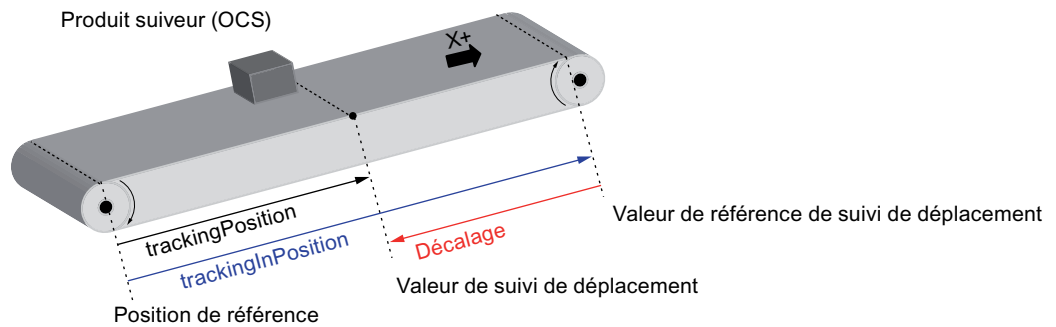


Figure 3-70 Position actuelle de l'OCS

Comportement de l'OCS dans le cas de codeurs modulo

La valeur de suivi de déplacement indique la valeur courante de l'entrée de suivi de déplacement sans tenir compte de la propriété modulo, c.-à-d. que la valeur de suivi de déplacement n'est pas réinitialisée lorsque la valeur de référence de suivi de déplacement est réinitialisée à la fin de la zone modulo (voir figure suivante).

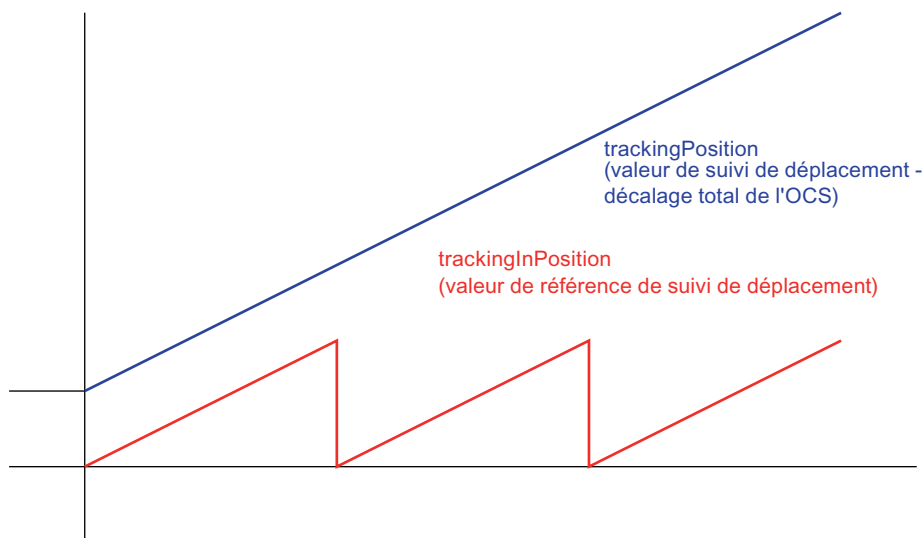


Figure 3-71 Comportement de trackingPosition dans le cas d'une valeur avec modulo dans trackingInPosition

Réinitialisation de **trackingPosition**

trackingPosition peut être défini ou décalé avec la fonction **_redefinePathObjectOCS()**, mais uniquement lorsque le point final de la cinématique n'est pas synchrone à cet OCS ou en cours de synchronisation (affichage par le biais de la variable **trackingState:=INACTIVE**).

Le décalage de **trackingPosition** avec la fonction **_redefinePathObjectOcs()** est possible de 2 manières : en absolu ou en relatif.

Dans le mode considéré, la valeur de **trackingPosition** est calculé de la façon suivante :

- En **mode:= RELATIVE**
 $\text{trackingPosition} := \text{trackingPosition} + \text{value}$
- En **mode:= ABSOLUTE**
 $\text{trackingPosition} := \text{trackingInPosition} - \text{value}$

L'utilisation du **mode:=ABSOLUTE** a pour avantage que le décalage se rapporte toujours à **trackingInPosition**, de sorte que les décalages antérieurs dans l'application n'ont pas besoin d'être mis en mémoire intermédiaire. Le **mode:= RELATIVE** exige une mémorisation intermédiaire du décalage dans l'application.

Les fonctions **_redefinePathObjectOCS()** et **_setPathObjectOCS()** ne sont pas exécutées pour l'OCS en question lorsque l'état de celui-ci est **SYNCHRONIZED**.

Voir Fin de la synchronisation du point final de la cinématique avec un OCS suiveur (désynchronisation) (Page 108) pour plus d'informations.

3.14.2.4 Synchronisation du déplacement de l'objet trajectoire avec l'OCS suiveur

Une application de manipulation, par exemple pour prélever un produit d'une bande en mouvement, est réalisée avec un OCS suiveur synchronisé avec la bande. Les commandes de déplacement sont configurées de manière à être exécutées directement dans l'OCS.

A cet effet, le déplacement calculé par l'objet trajectoire pour le point final de la cinématique doit être synchronisé avec l'OCS suiveur.

Dans le cas le plus simple, le point final de la cinématique se déplace avec un point définit de l'OCS après la synchronisation, et donc avec un produit qui se trouve sur la bande. Après la synchronisation, il est possible, en outre, de parcourir des trajectoires linéaires, circulaires et polynomiales dans l'OCS suiveur.

Pour la synchronisation du point final de la cinématique avec un OCS suiveur synchronisé avec la valeur de référence de suivi de déplacement (par exemple la position d'une bande), la commande utilisée est **_enablePathObjectTrackingSuperimposed()**. Cette commande permet de définir, entre autres :

3.14 Systèmes de coordonnées objet et séquence de déplacements au niveau de l'objet trajectoire

- Mode de synchronisation (**synchronizingMode**)
Les modes de synchronisation disponibles sont les suivants :
 - Synchronisation immédiate avec la position dans l'OCS indiquée dans la commande (réglage : **synchronizingMode:=IMMEDIATELY**).
La synchronisation est immédiate avec l'OCS.
 - Synchronisation dans l'OCS à la position de l'OCS, qui est indiquée dans la commande, c.-à-d. dès que la **ocsTrackingPosition** (par exemple la position d'une bande transporteuse) a atteint une valeur pouvant être spécifiée (la position de synchronisation) (réglage : **synchronizingMode:=ON_POSITION**).
Dans ce mode de synchronisation, la synchronisation à la position de synchronisation indiquée de l'OCS est continue.
- Position de synchronisation (**position**)
Indication d'une valeur de suivi de déplacement à partir de laquelle la synchronisation doit avoir lieu avec l'OCS. Cette valeur prend effet uniquement lorsque **synchronizingMode:=ON_POSITION**.

Dans les deux modes de synchronisation :

- La synchronisation avec la bande transporteuse sera, le cas échéant, superposée à un déplacement encore actif dans le BCS.
- D'autres commandes de déplacement ne sont pas possibles dans le BCS pendant la synchronisation.
- Les commandes de déplacement ne sont possibles dans l'OCS qu'après avoir atteint l'état **SYNCHRONIZED**.

La position souhaitée du produit dans l'OCS peut être accostée dans l'OCS par commande de déplacement sur trajectoire après la synchronisation.

Dans le mode de synchronisation **ON_POSITION** :

Le processus de synchronisation est annulé lorsque le sens de la valeur pilote s'inverse pendant la synchronisation.

C'est le cas par exemple lorsque le codeur externe d'une bande transporteuse fournit des mesures oscillantes à l'état immobilisé à cause d'une absence de filtres ou d'une fenêtre de tolérances trop petite (en extrapolation) et provoque ainsi une inversion de sens de la valeur pilote.

Etat de synchronisation

L'état de synchronisation du point final de la cinématique avec un OCS suiveur est affiché dans la variable système **ocs[i].trackingState** de l'OCS.

L'état de synchronisation est **SYNCHRONIZED** dans les cas suivants :

- **Aucun déplacement n'est actif dans le BCS**, la vitesse du point final de la cinématique est égale à la vitesse de la bande transporteuse et le décalage de la position du mouvement de synchronisation, qui résulte de la synchronisation, a de nouveau été compensé.
- **Un déplacement est actif dans le BCS**, la vitesse du mouvement de synchronisation superposé est égale à la vitesse de la bande transporteuse et le décalage de la position du mouvement de synchronisation, qui résulte de la synchronisation, a de nouveau été compensé.

3.14 Systèmes de coordonnées objet et séquence de déplacements au niveau de l'objet trajectoire

L'état d'un OCS statique connecté avec **TO#NIL** est toujours **SYNCHRONIZED**. En plus des OCS statiques, un OCS suiveur au plus peut avoir l'état **SYNCHRONIZED**.

Valeurs dynamiques du processus de synchronisation

Dans la commande **_enablePathObjectTrackingSuperimposed ()**, il est possible de spécifier des valeurs dynamiques pour le processus de synchronisation,

soit en utilisant les valeurs dynamiques préréglées dans l'objet trajectoire ou en définissant des valeurs explicites.

Pendant l'opération de synchronisation, la dynamique globale résulte du déplacement avec interpolation qui est actif dans le BCS le cas échéant, et du mouvement de synchronisation superposé. Il faut en tenir compte lors de la spécification de la dynamique pour éviter un dépassement des valeurs dynamiques programmées ou maximales de l'objet trajectoire.

3.14.2.5 Exécution de déplacements avec interpolation dans l'OCS suiveur

Avec le paramètre de commande **csType**, les déplacements avec interpolation peuvent se rapporter soit au BCS ou à l'OCS.

Pour que les commandes de déplacement sur trajectoire prennent effet dans l'OCS, l'état de l'OCS doit être **SYNCHRONIZED**. Sinon la commande de déplacement sur trajectoire ne sera pas exécutée pour l'OCS. Les commandes de déplacement sur trajectoire se rapportant à l'OCS ne peuvent être émises qu'après la synchronisation.

- **csType**
Ce paramètre définit si les coordonnées se rapportent à l'OCS ou au BCS.
- **csNumber**
Ce paramètre est l'indice de l'OCS (1...3).

3.14.2.6 Fin de la synchronisation du point final de la cinématique avec un OCS suiveur (désynchronisation)

La prise d'effet d'une commande de déplacement sur trajectoire se rapportant au BCS ou à un OCS statique termine la synchronisation du point final de la cinématique avec un OCS suiveur.

Les commandes de déplacement sur trajectoire existantes sont annulées et la nouvelle commande de déplacement sur trajectoire exécutée immédiatement.

Les variables système de l'objet trajectoire, qui se rapportent à **PATH**, indiquent l'état de la trajectoire dans le système de coordonnées BCS ou OCS sélectionné.

Lorsqu'une séquence de déplacements synchrones (synchronisation de la bande) est supprimée via **_stopPath** dans le BCS, **aucune trajectoire active** ou des valeurs nulles sont affichées pour la suppression du déplacement de la séquence de déplacements.

3.14.2.7 Arrêt dans l'OCS

Avec la commande `_stopPath()`, l'arrêt est effectué par rapport à l'OCS, l'état **SYNCHRONIZED** avec l'OCS suiveur étant conservé. Par conséquent, le déplacement pourra être repris par rapport à l'OCS suiveur avec `_continuePath()`.

3.14.3 Suivi de déplacement – Exemple d'application

3.14.3.1 Exemple d'application d'un OCS

L'utilisation d'un OCS pour le suivi de déplacement est décrite au moyen d'un exemple succinct.

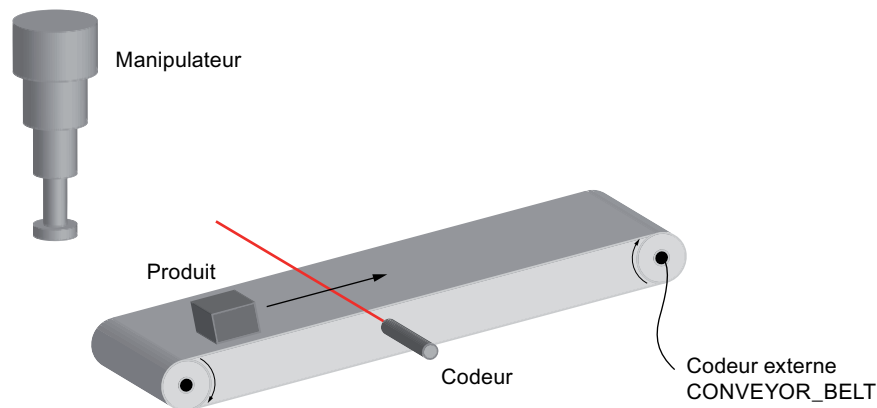


Figure 3-72 Vue d'ensemble de l'exemple d'application

Dans cet exemple, les produits sont amenés sur une bande. Un capteur mesure la position exacte des produits. Le manipulateur doit prélever des produits de la bande et les déposer à un autre endroit.

3.14.3.2 Définition de la position de référence de l'OCS

La position de référence de l'OCS est définie dans les variables système.

Dans cet exemple, l'OCS utilisé est l'OCS1. Pour ce système de coordonnées, les réglages sont effectués dans la structure `userdefaultocs[1]`.

☒	<code>userdefaultocs</code>	Préréglages utilisateur d'un système	
☒	<code>userdefaultocs[1]</code>	Préréglages utilisateur d'un système	
☒	<code>frame</code>	Frame de transformation	
☒	<code>-pitch</code>	Rotation autour du vecteur Y après	-15.0 °
☒	<code>-roll</code>	Rotation autour du vecteur X après	0.0 °
☒	<code>-x</code>	Décalage dans le sens X	100.0 mm
☒	<code>-y</code>	Décalage dans le sens Y	0.0 mm
☒	<code>-yaw</code>	Rotation autour du vecteur Z après	0.0 °
☒	<code>-z</code>	Décalage dans le sens Z	15.0 mm
☒	<code>userdefaultocs[2]</code>	Préréglages utilisateur d'un système	
☒	<code>userdefaultocs[3]</code>	Préréglages utilisateur d'un système	

Figure 3-73 Variables système pertinentes pour l'OCS

L'OCS est donc décalé de 100 mm dans la direction X et de 15 mm dans la direction Z :

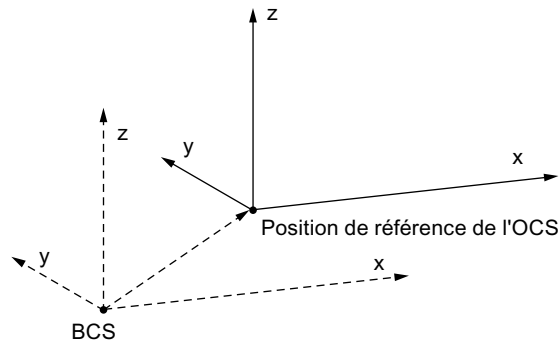


Figure 3-74 Décalage de l'OCS

Puis l'OCS effectue une rotation de -15° autour de l'axe Y.

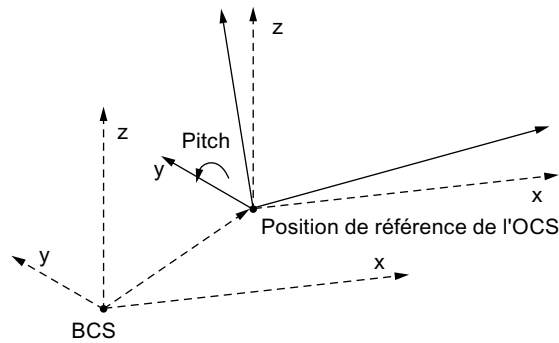


Figure 3-75 Rotation de l'OCS

3.14.3.3 Définition de la valeur de référence de suivi de déplacement de l'OCS

L'acquisition des données de position et de déplacement de la bande est assurée par le codeur externe **CONVEYOR_BELT**. Le frame de base est défini pour l'OCS et la valeur de référence de suivi de déplacement **CONVEYOR_BELT** est activée. L'OCS est ensuite synchronisé avec la bande à la position fournie par le codeur externe **CONVEYOR_BELT**.

```
// Mettre OCS_1 sur CONVEYOR_BELT,
// pour le frame de base BCS vers OCS,
// utiliser les réglages par défaut.
myRetDINT :=
    _setPathObjectOcs (
        pathObject:=Portal_3D,
        ocsNumber:=1,
        trackingIn:=CONVEYOR_BELT,
        ocsSettingType:=USER_DEFAULT
    );
```

3.14.3.4 Définition de la position de l'OCS par rapport à la valeur de référence de suivi de déplacement

Le capteur (par exemple une barrière photoélectrique) est activé au passage du produit. La valeur actuelle du codeur externe **CONVEYOR_BELT** est alors enregistrée dans la variable **belt_position**.

La position du capteur étant connue par rapport à la position de référence de l'OCS, la position du produit est également connue pour la valeur de référence de suivi de déplacement.

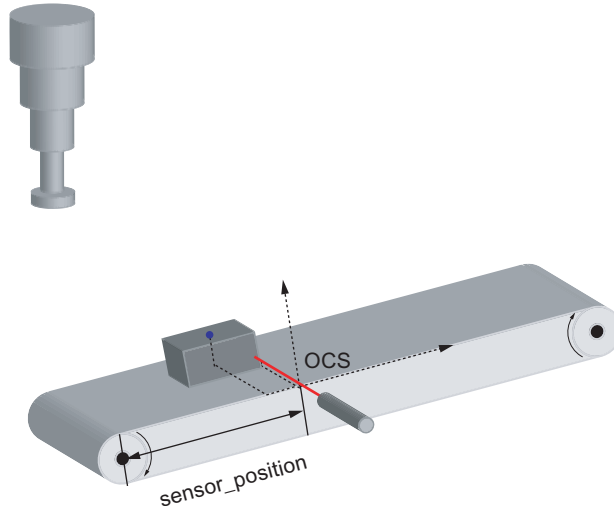


Figure 3-76 Définition de la position de l'OCS

```
myRetDINT :=
  _redefinePathObjectOcs (
    pathObject:=Portal_3D,
    ocsNumber:=1,
    mode:=RELATIVE,
    value:=belt_position - sensor_position
  );
```

3.14.3.5 Synchronisation du déplacement de l'objet trajectoire avec un OCS suiveur

Après une distance **synch_space** parcourue après le capteur, le manipulateur doit être synchronisé avec le produit.

La position du point d'application du préhenseur est spécifiée dans l'OCS. Dans l'exemple, les variables **offset_x**, **offset_y** et **offset_z** sont utilisées à cet effet. Puis ce décalage est pris en compte pour le positionnement effectué par commande dans l'OCS après la synchronisation, de telle sorte que le préhenseur saisit le produit au-dessus de son centre de gravité.

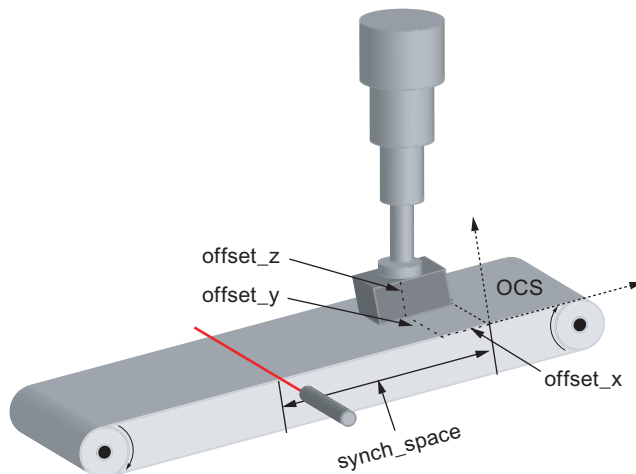


Figure 3-77 Synchronisation du manipulateur

```
myRetDINT :=
    _enablePathObjectTrackingSuperimposed(
        pathObject:=Portal_3D,
        ocsNumber:=1,
        synchronizingMode:=ON_POSITION,
        position:=sensor_position + synch_space
    );
```

Lorsque l'état "synchronisé" est atteint (**ocs[1].trackingState = SYNCHRONIZED**), la commande de positionnement du préhenseur sur le point d'application du produit (**offset_x**, **offset_y**, **offset_z**) peut être exécutée dans l'OCS.

```
myRetDINT :=
    _movePathLinear(
        pathObject:=Portal_3D,
        pathMode:=ABSOLUTE,
        x:=offset_x,
        y:=offset_y,
        z:=offset_z,
        csType:=OCS,
        csNumber:=1
    );
```

3.14.3.6 Exécution de déplacements avec interpolation dans l'OCS suiveur

Le manipulateur s'éloigne à présent à 15 mm de la bande et amène le produit jusqu'à la position où il doit le déposer (**dispose_x**, **dispose_y**, **dispose_z**). Le premier déplacement est exécuté dans l'OCS, le second dans le BCS. L'appel de la seconde commande termine la synchronisation.

```
myRetDINT :=
    _movePathLinear(
        pathObject:=Portal_3D,
        pathMode:=RELATIVE,
        z:=15.0,
        csType:=OCS,
```

3.14 Systèmes de coordonnées objet et séquence de déplacements au niveau de l'objet trajectoire

```
        csNumber:=1
    );

    myRetDINT :=
        _movePathLinear(
            pathObject:=Portal_3D,
            pathMode:=ABSOLUTE,
            x:=dispose_x,
            y:=dispose_y,
            z:=dispose_z,
            cstype:=BCS
        );
```

3.15 Connexion, règles de connexion

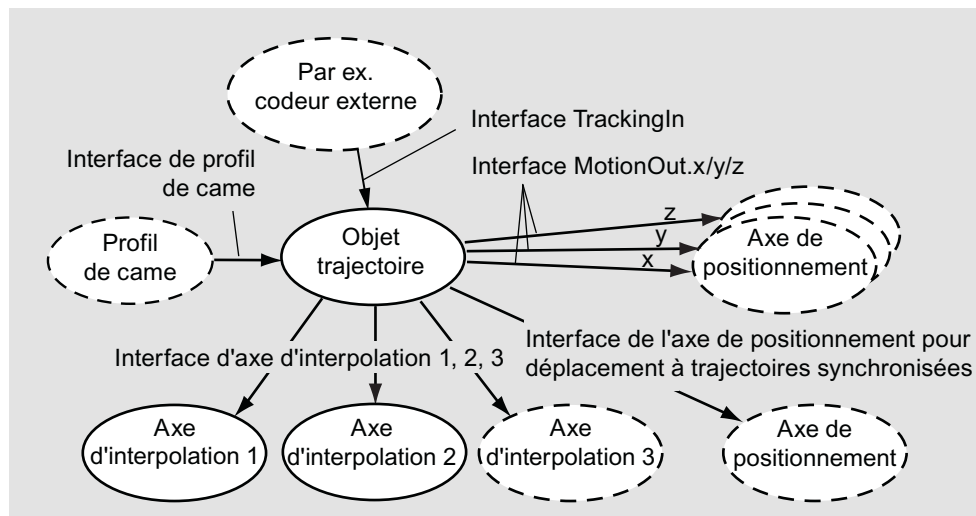


Figure 3-78 Interfaces au niveau de l'objet trajectoire

- L'interface de l'axe d'interpolation 1 et l'interface de l'axe d'interpolation 2 d'un objet trajectoire doivent être connectées à des axes d'interpolation.
- L'interface de l'axe d'interpolation 3 de l'objet trajectoire est optionnellement connectée à un axe d'interpolation, en fonction de la cinématique paramétrée.
- L'interface de l'axe de positionnement pour déplacement à trajectoires synchronisées peut optionnellement être connectée à un axe de positionnement.
- L'interface MotionOut.x, MotionOut.y ou MotionOut.z peut optionnellement être connectée à un axe de positionnement.
- L'objet trajectoire peut être connecté à un profil de came pour la spécification d'un profil de vitesse.
- Pour la spécification d'une valeur de référence de suivi de position, l'interface trackingIn peut être connectée à un TO mettant à disposition une interface de sortie avec une valeur de position.

Pour plus d'informations, voir la Description fonctionnelle **Fonctions de base Motion Control**, "Objets technologiques disponibles".

Remarques :

- Les interfaces de trajectoire ne peuvent pas être distribuées, c.-à-d. tous les objets impliqués dans un groupe de trajectoires (objet trajectoire, axes d'interpolation et axes de positionnement) doivent se trouver sur le même appareil.
- Les objets impliqués dans le groupe d'interpolation de trajectoire (objet trajectoire, axes d'interpolation et, le cas échéant, axe de positionnement) doivent être affectés au même niveau d'exécution IPO ou IPO_2. Le réglage SERVO n'est pas possible.
- Les connexions qui sont efficaces actuellement s'affichent dans les variables système **specificVelocityProfile**, **motionBuffer** et **connections**.

3.16 Mode de simulation

Une interpolation de trajectoire peut être passée en simulation, c.-à-d. que les valeurs sont calculées au niveau de l'objet trajectoire, mais qu'elles ne sont pas transmises aux axes d'interpolation / à l'axe de positionnement.

En l'absence d'une réaction aux erreurs, l'activation et la désactivation du mode simulation sont possibles à tout moment, même lorsque les axes impliqués sont en mouvement.

La variable système **simulation [ACTIVE/INACTIVE]** vous renseigne sur l'état de simulation de l'objet trajectoire.

Commandes pour le mode de simulation

- La commande **_enablePathObjectSimulation()** commute l'interpolation de trajectoire en mode simulation.
Les valeurs sont calculées, mais ne sont pas transmises aux axes d'interpolation / à l'axe de positionnement. Ceci est possible à tout moment.
- La commande **_disablePathObjectSimulation()** termine le mode simulation de l'interpolation de trajectoire.
Les valeurs sont de nouveau transmises aux axes d'interpolation / à l'axe de positionnement.
En cas de différence éventuelle entre la consigne de l'axe, calculée à partir de l'interpolation de trajectoire, et la consigne actuelle au niveau de l'axe, la modification de la consigne de l'axe sera limitée au niveau de l'axe en raison des valeurs limites de la dynamique maximale de l'axe.

Maintien du calcul de consigne au niveau de l'objet trajectoire même en cas de suppression des déblocages au niveau de l'axe

Le paramètre de configuration **decodingConfig.disablePathOperation** permet de déterminer s'il faut continuer à calculer les consignes au niveau de l'objet trajectoire même en cas de suppression des déblocages au niveau de l'axe.

- Avec **NO** (valeur par défaut), l'interpolation de trajectoire est annulée, y compris en mode simulation, lorsque les déblocages ont été supprimés au niveau de l'axe d'interpolation / de positionnement.
- Avec **YES**, l'interpolation de trajectoire n'est pas annulée en mode simulation lorsque les déblocages ont été supprimés au niveau de l'axe d'interpolation / de positionnement lors du mode simulation.
Les commandes de déplacement sur trajectoire éventuellement en cours d'exécution sont maintenues.

Configuration d'un objet trajectoire

4.1 Sélection du package technologique Interpolation de trajectoire

1. Dans le navigateur de projet, sélectionnez l'appareil, puis sélectionnez **Sélectionner le package technologique** dans le menu contextuel (bouton droit de la souris).
2. Activez l'option de sélection **PATH**, puis confirmez par OK.

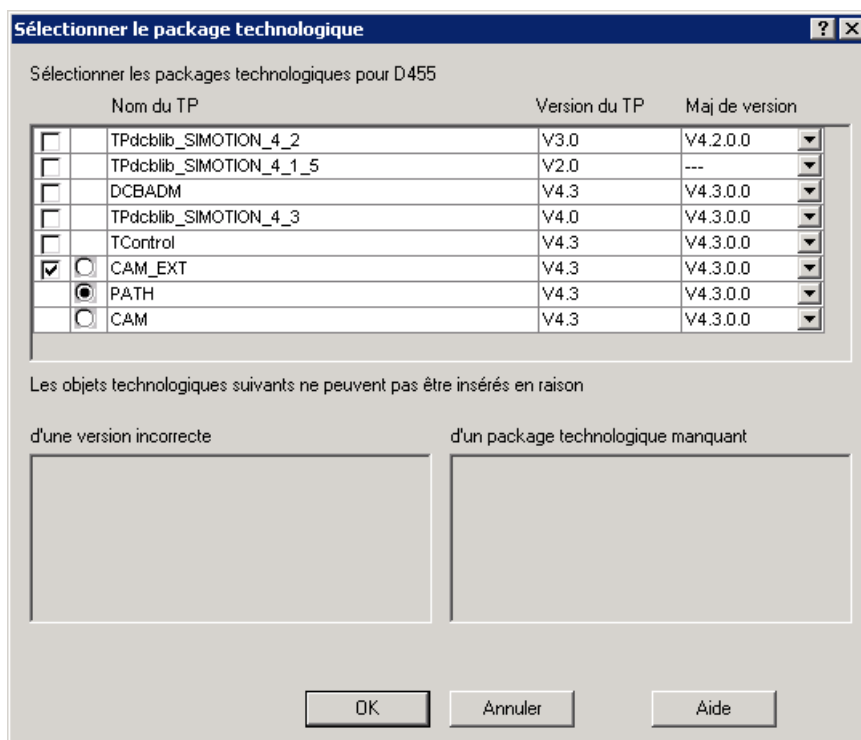


Figure 4-1 Sélection des packages technologiques

4.2 Création d'axes avec interpolation de trajectoire

- Lors de la création d'un axe dans SCOUT, activez la technologie **Interpolation de trajectoire**.

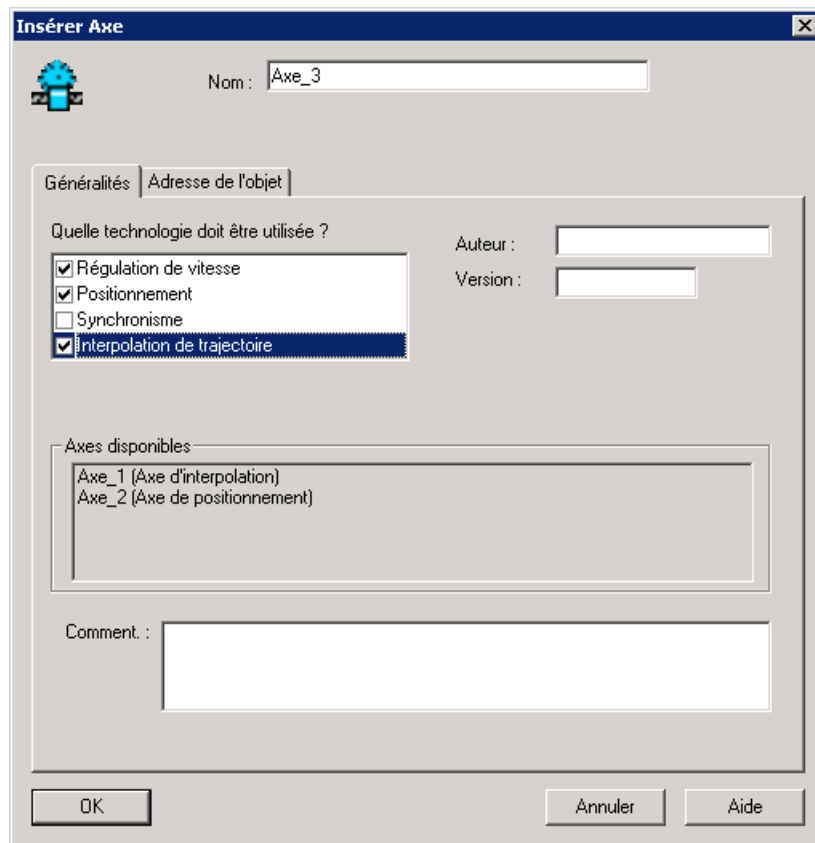


Figure 4-2 Ajout d'un axe avec interpolation de trajectoire

Remarques

Lorsque vous définissez la technologie Interpolation de trajectoire pour un TO Axe, un objet trajectoire ne sera pas ajouté automatiquement.

Il n'est pas possible, par exemple, de transformer ultérieurement un axe de positionnement en axe d'interpolation.

Les connexions sont effectuées au niveau de l'objet trajectoire.
Voir Connexion de l'objet trajectoire (Page 129).

4.3 Création d'un objet trajectoire

Les objets trajectoire sont stockés dans SIMOTION SCOUT au même niveau qu'un TO Axe et qu'un TO Profil de came. Ils peuvent être affectés à tous les axes adaptés de cet appareil.

1. Pour créer un nouvel objet trajectoire, double-cliquez sur **Insérer un objet trajectoire** sous **OBJETS TRAJECTOIRE**, dans le navigateur de projet.

Vous pouvez aussi copier un objet trajectoire existant dans le presse-papiers et l'insérer sous un autre nom.

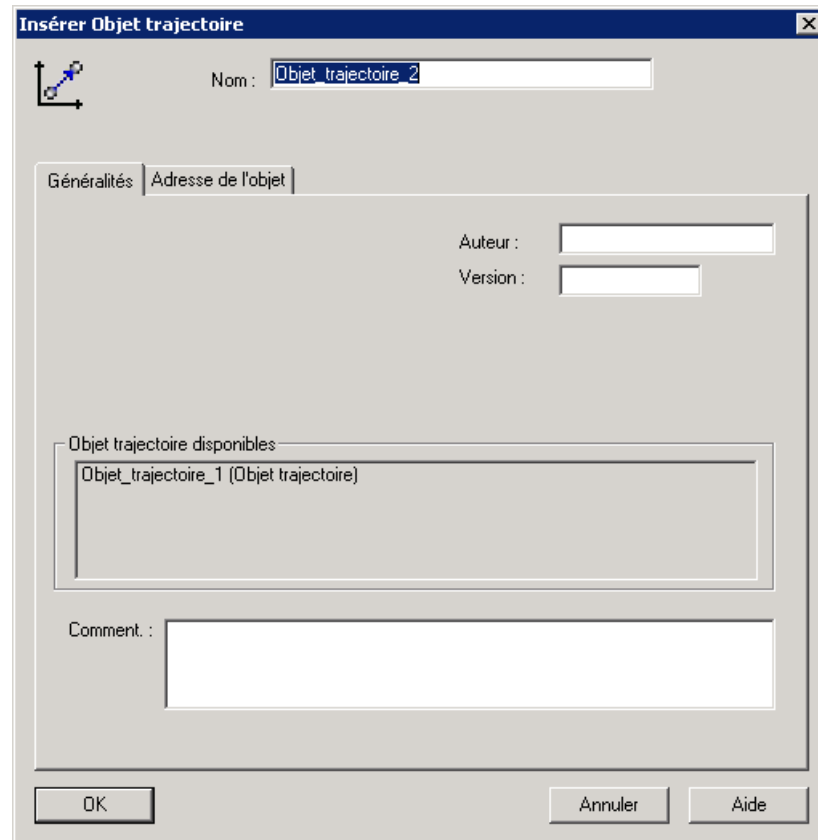


Figure 4-3 Insérer un objet trajectoire

2. Entrez un nom et, le cas échéant, l'auteur, la version et un commentaire, puis validez avec la touche **OK**.

Le nouvel objet trajectoire est inséré sous **TECHNOLOGIE**.



4.4 Représentation dans le navigateur de projet

L'objet trajectoire apparaît dans le navigateur de projet au même niveau que le TO Axe et le TO Profil de came. Les liaisons représentent la relation avec les axes d'interpolation ou un axe de positionnement pour déplacement à trajectoires synchronisées.

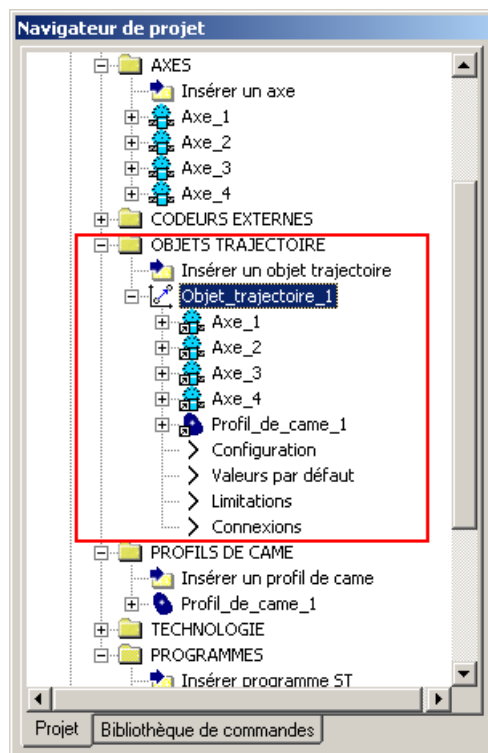


Figure 4-4 Représentation d'un projet avec interpolation de trajectoire dans le navigateur de projet

4.5 Paramétrage / valeurs par défaut de l'objet trajectoire

- Dans le navigateur de projet, double-cliquez sur **Valeurs par défaut** sous l'objet trajectoire. Cette fenêtre permet de définir les valeurs de remplacement (valeurs par défaut) pour l'appel de l'objet trajectoire (`_movePath...`), `_stopPath()`, `_setPathObjectOcs()`, etc.).

Valeurs par défaut pour les systèmes de coordonnées objet

L'onglet **Systèmes de coordonnées de l'objet** permet de définir les valeurs par défaut pour les trois OCS disponibles.

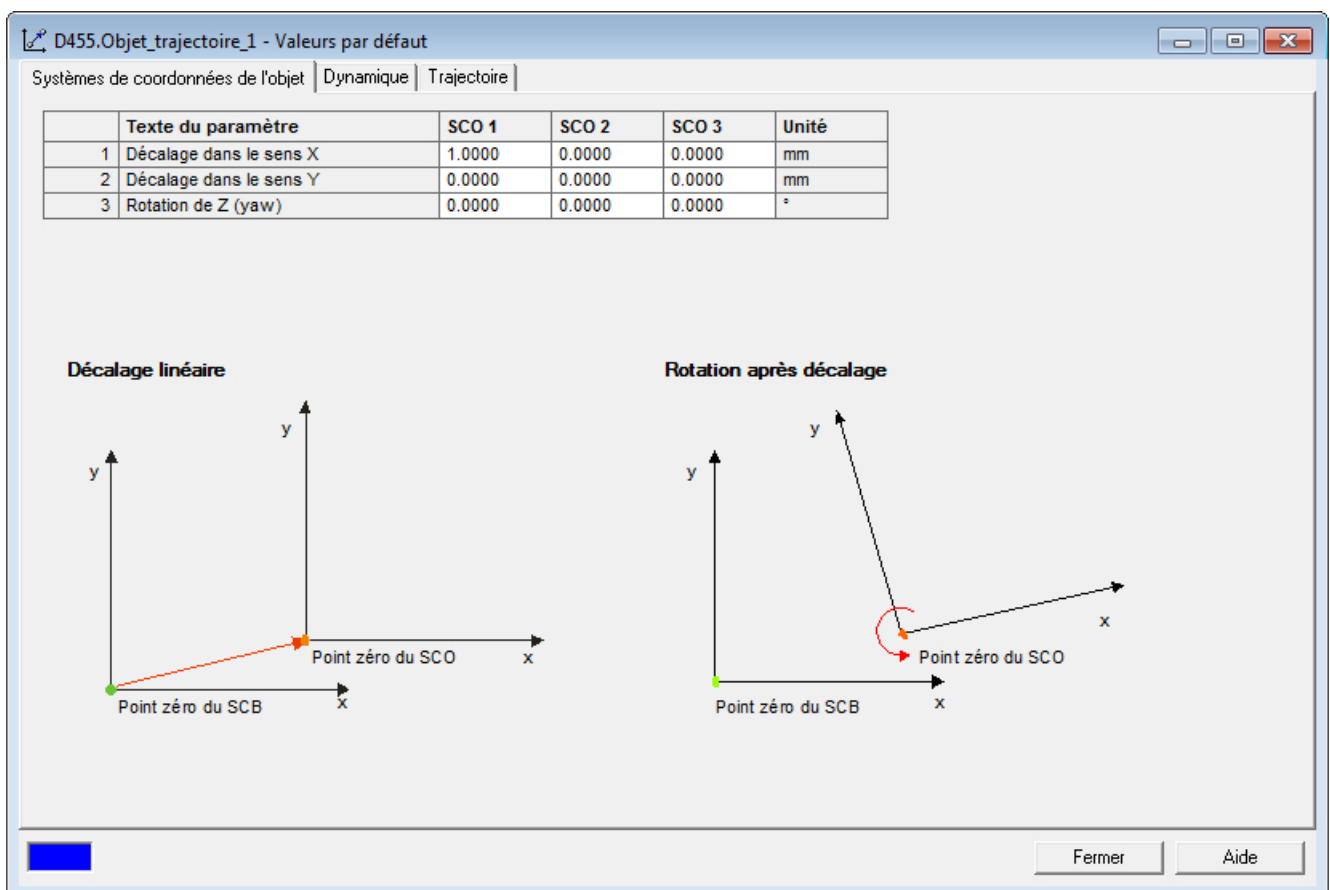


Figure 4-5 Objet trajectoire : Valeurs par défaut - onglet Systèmes de coordonnées de l'objet

Cette fenêtre vous permet de définir les valeurs par défaut pour les systèmes de coordonnées objet.

Pour plus d'informations, voir Système de coordonnées objet (OCS) de l'objet trajectoire (Page 101).

Paramètres dynamiques

L'onglet **Dynamique** permet de définir les valeurs par défaut pour la vitesse tangentielle, le profil de vitesse, ainsi que l'accélération / la décélération et l'à-coup.

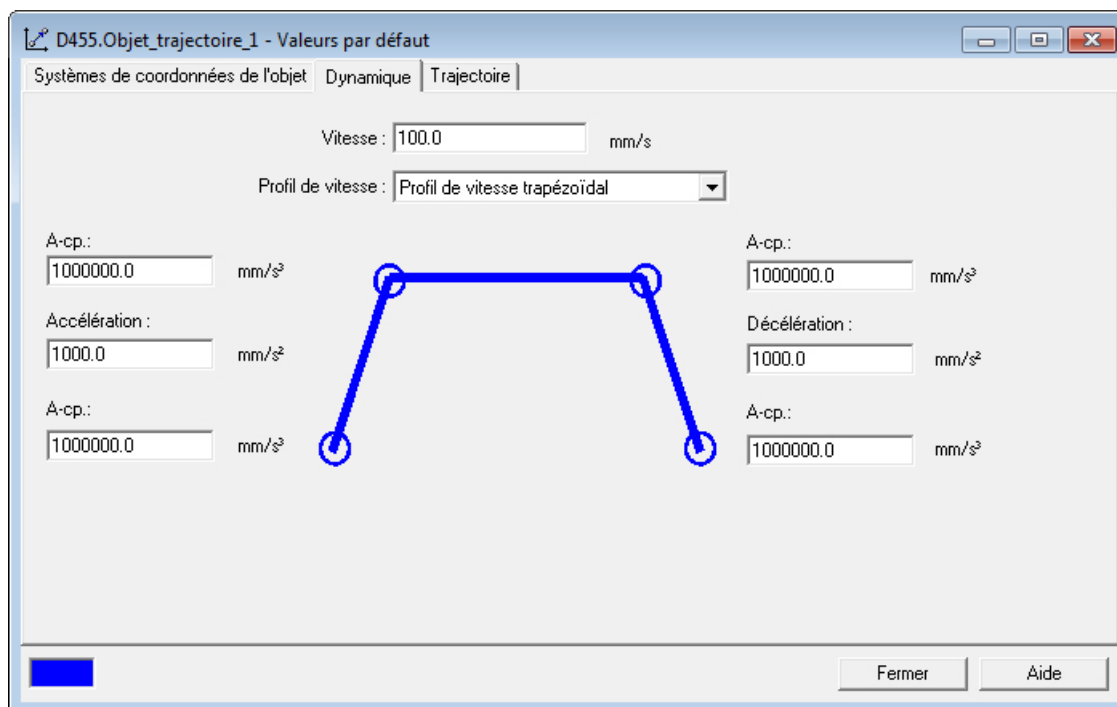


Figure 4-6 Objet trajectoire : Valeurs par défaut - onglet Dynamique

Cette fenêtre permet de définir les valeurs de remplacement (valeurs par défaut) pour la dynamique de l'interpolation de trajectoire.

Vous pouvez configurer les paramètres suivants :

Champ / Bouton	Signification / Instruction
Vitesse	Saisissez la valeur de remplacement pour la vitesse tangentielle. (userDefault.pathdynamics.velocity)
Profil de vitesse	Sélectionnez le profil de vitesse. (userDefault.pathdynamics.profile)
Accélération	Saisissez la valeur de remplacement pour l'accélération sur trajectoire. (userDefault.pathdynamics.positiveAccel)
Décélération	Saisissez la valeur de remplacement pour la décélération sur trajectoire. (userDefault.pathdynamics.negativeAccel)
A-coup	Saisissez la valeur de remplacement pour l'à-coup sur trajectoire. (userDefault.pathdynamics.positiveAccelStartJerk / positiveAccelEndJerk / negativeAccelStartJerk / negativeAccelEndJerk / profile)

Pour plus d'informations, voir Dynamique de trajectoire (Page 39).

La signification des paramètres de la boîte de dialogue et les plages de valeurs admissibles se trouvent dans les listes de référence SIMOTION.

Paramètres de trajectoire

L'onglet **Trajectoire** permet de définir les valeurs par défaut pour la trajectoire.

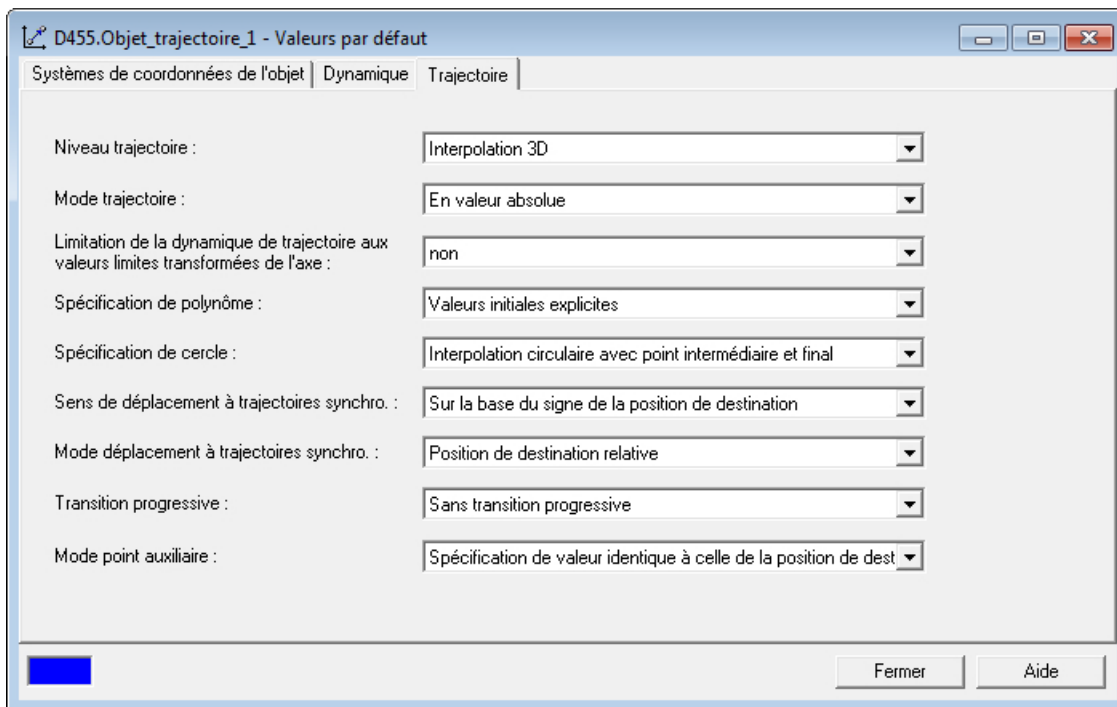


Figure 4-7 Objet trajectoire : Valeurs par défaut - onglet Trajectoire

Cette fenêtre permet de définir les valeurs de remplacement (valeurs par défaut) pour la trajectoire.

Vous pouvez configurer les paramètres suivants :

Champ / Bouton	Signification / Instruction
Plan de la trajectoire	Définition du plan de la trajectoire : X_Y_Z / X_Y / Y_Z / Z_X (réglage par défaut : X_Y_Z, pour 3D ; pour la cinématique 2D, c'est implicitement X_Y) (userDefault.path.plane)
Mode trajectoire	Définition du mode trajectoire : absolu ou relatif (userDefault.path.mode)
Limitation de la dynamique de la trajectoire aux valeurs limites transformées de l'axe	Indiquez si la dynamique de trajectoire doit être limitée aux valeurs limites transformées de l'axe. (userDefault.path.dynamicAdaption) Voir Limitations de la dynamique de trajectoire (Page 41).
Spécification de polynôme	Définissez le type d'interpolation polynomiale. (userDefault.path.polynomialMode) Voir Trajectoires polynomiales (Page 33).
Spécification de cercle	Définissez le type d'interpolation circulaire. (userDefault.path.circularType) Voir Trajectoires circulaires (Page 28).
Sens du déplacement à trajectoires synchronisées	Définissez le sens de l'axe de positionnement pour le déplacement à trajectoires synchronisées. (userDefault.w.direction) Voir Fonctionnalité du déplacement à trajectoires synchronisées (Page 57).

Champ / Bouton	Signification / Instruction
Mode de déplacement à trajectoires synchronisées	Définissez le mode axe synchrone : • absolu • relatif • transmettre la longueur de trajectoire • transmettre la longueur de trajectoire additionnelle <code>(userDefault.w.mode)</code> Voir Fonctionnalité du déplacement à trajectoires synchronisées (Page 57).
Transition progressive	Indiquez si et comment la transition progressive doit être effectuée. <code>(userDefault.blendingMode)</code> Voir Comportement de la trajectoire à la fin du déplacement (Page 46).
Mode point auxiliaire	Centre ou point intermédiaire : • absolu • relatif • comme mode position de destination <code>(userDefault.path.ijkMode)</code> Voir Trajectoires circulaires (Page 28).

Remarque :

Les transformations sont configurées à l'aide du masque Configuration (Page 125) ou de la liste pour experts.

Pour plus d'informations, voir Interpolation de trajectoire - Notions de base (Page 19).

La signification des paramètres de la boîte de dialogue et les plages de valeurs admissibles se trouvent dans les listes de référence SIMOTION.

4.6 Configuration de l'objet trajectoire

- Dans le navigateur de projet, double-cliquez sur **Configuration** sous l'objet trajectoire.

Configuration de l'objet trajectoire

L'onglet **Configuration** permet de définir le type de cinématique, le cycle de traitement ainsi que le plan de coordonnées selon le type de cinématique.

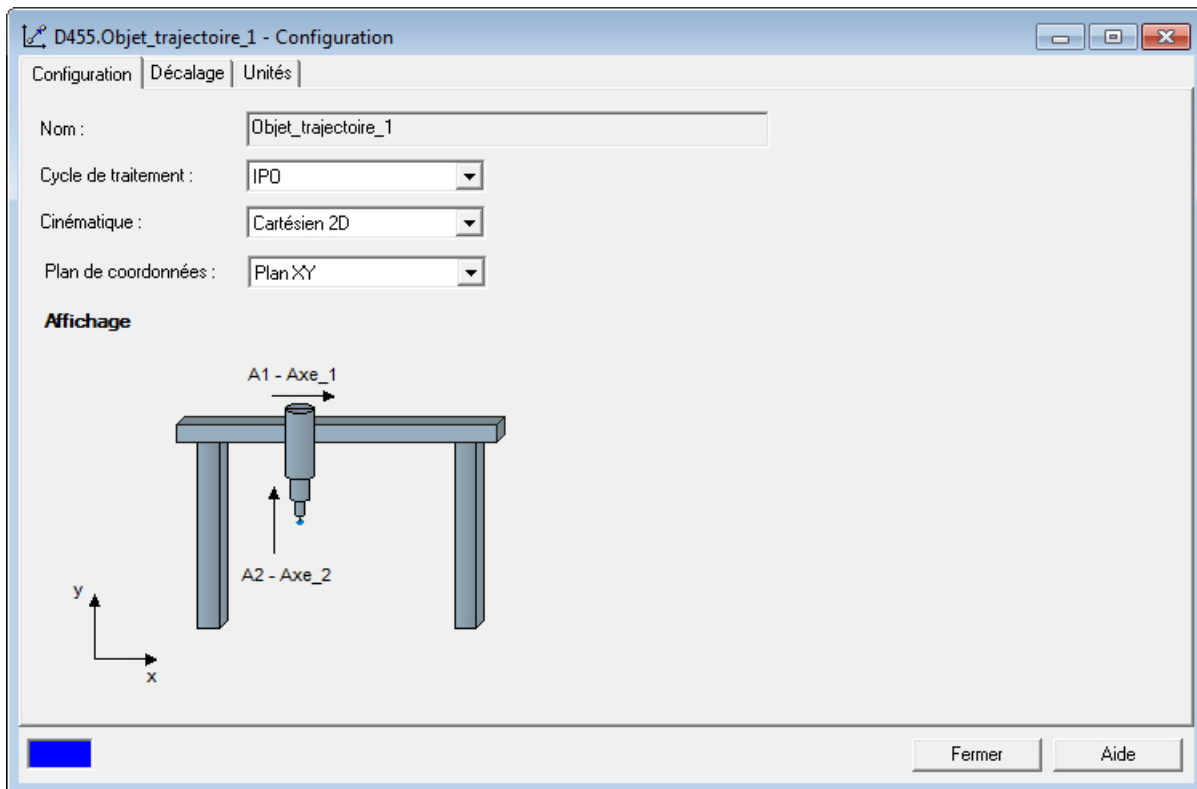


Figure 4-8 Objet trajectoire : Configuration - onglet Configuration

Cette fenêtre permet de régler les paramètres suivants :

Champ / Bouton	Signification / Instruction
Cycle de traitement	Indiquez si l'objet trajectoire doit être traité dans IPO ou dans IPO_2. Tous les TO faisant partie d'un groupe d'interpolation de trajectoire (objet trajectoire, axes d'interpolation, axe de positionnement pour déplacement à trajectoires synchronisées) doivent être affectés au même cycle IPO. (Execution.executionlevel)
Cinématique	Définissez la cinématique souhaitée. (Kinematics.typeOfKinematics)
Plan de coordonnées	Définissez le plan de coordonnées. Ce réglage n'est pas disponible pour toutes les cinématiques. (config2D)

Décalage et rotation au niveau de l'objet trajectoire

L'onglet **Décalage** permet de définir un décalage ou une rotation de l'origine de la cinématique par rapport à l'origine BCS.

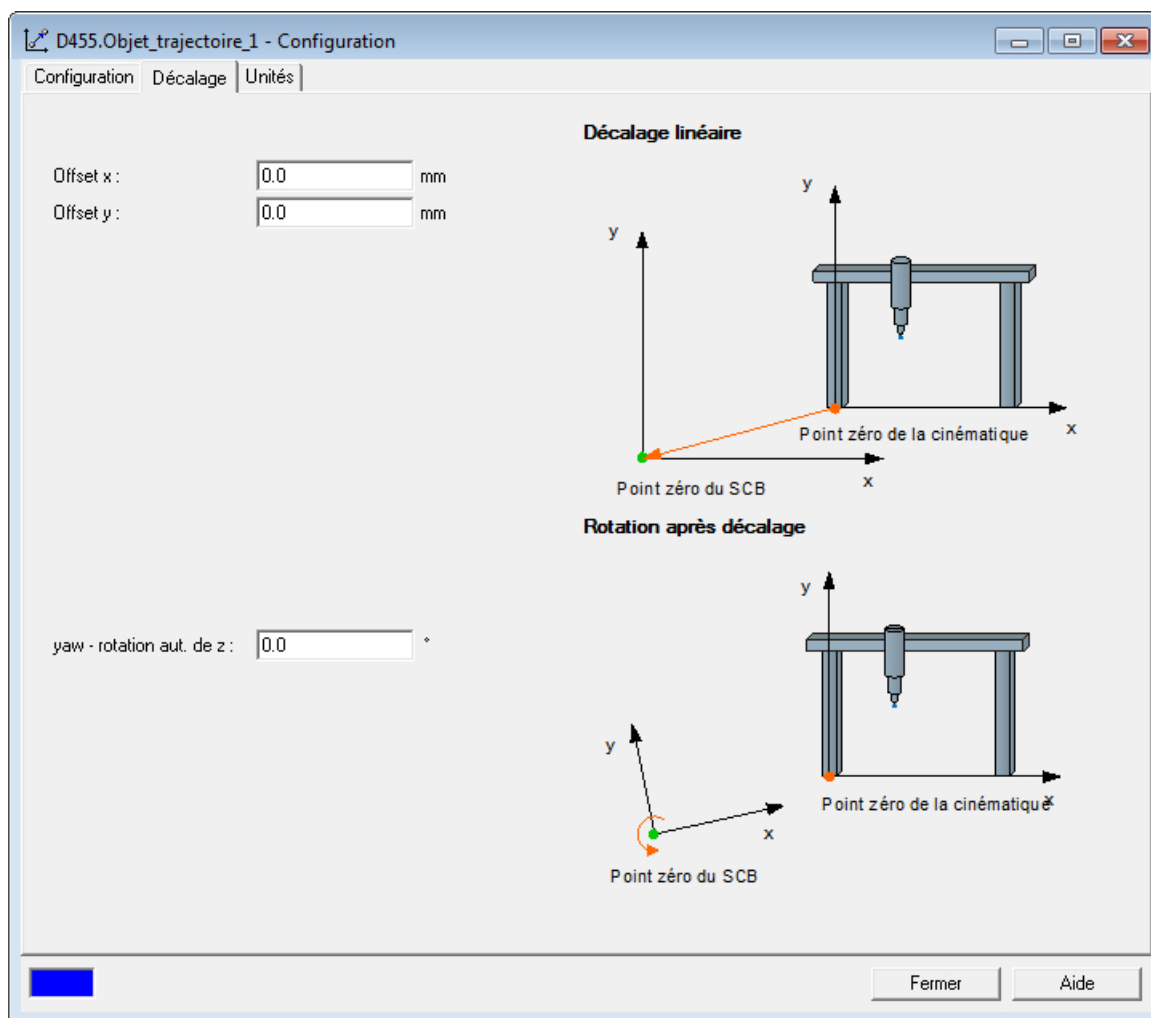


Figure 4-9 Objet trajectoire : Configuration - onglet Décalage

Cette fenêtre permet de régler les paramètres suivants :

Champ / Bouton	Signification / Instruction
Offset x Offset y Offset z	Définissez le décalage de l'origine de la cinématique. Selon le type de cinématique et/ou le plan de coordonnées défini, seuls certains champs sont disponibles. Dans cet exemple, il s'agit d'une cinématique 2D avec le plan de coordonnées XY. Par conséquent, le décalage peut seulement se faire dans les directions x et y. (basicOffset.x, basicOffset.y, basicOffset.z)
roll - rotation autour de x pitch - rotation autour de y yaw - rotation autour de z	Définissez la rotation de l'origine de la cinématique. Selon le type de cinématique et/ou le plan de coordonnées défini, seuls certains champs sont disponibles. Dans cet exemple, seule une rotation autour de l'axe z est possible. (basicOffset.roll, basicOffset.pitch, basicOffset.yaw)

Unités utilisées pour l'objet trajectoire

L'onglet **Unités** permet de définir les unités à utiliser pour les valeurs de l'objet trajectoire.

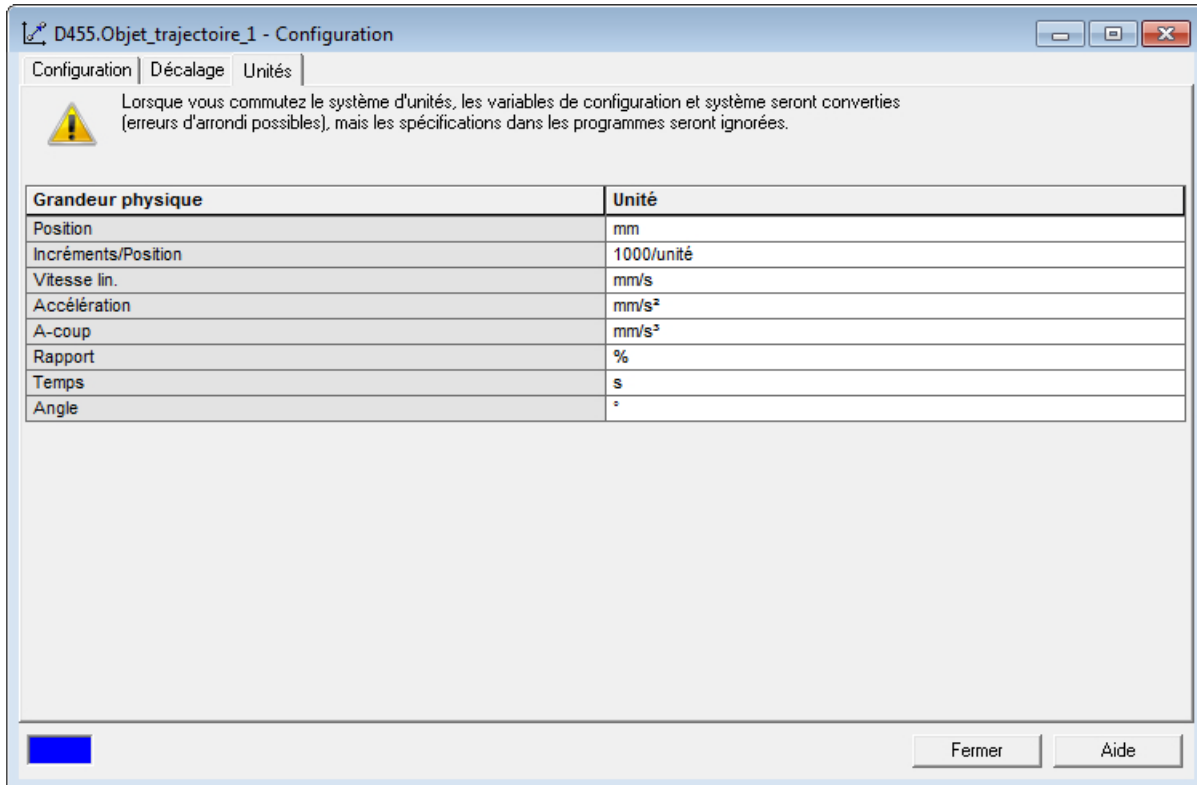


Figure 4-10 Objet trajectoire : Configuration - onglet Unités

Informations supplémentaires

Pour une vue d'ensemble des fonctions, voir Vue d'ensemble - Interpolation de trajectoire (Page 13).

Pour la description des fonctions, voir Interpolation de trajectoire - Notions de base (Page 19).

La signification des données de configuration et les plages de valeurs admissibles se trouvent dans les listes de référence SIMOTION.

4.7 Définition des limitations

- Dans le navigateur de projet, double-cliquez sur **Limitations** sous l'objet.

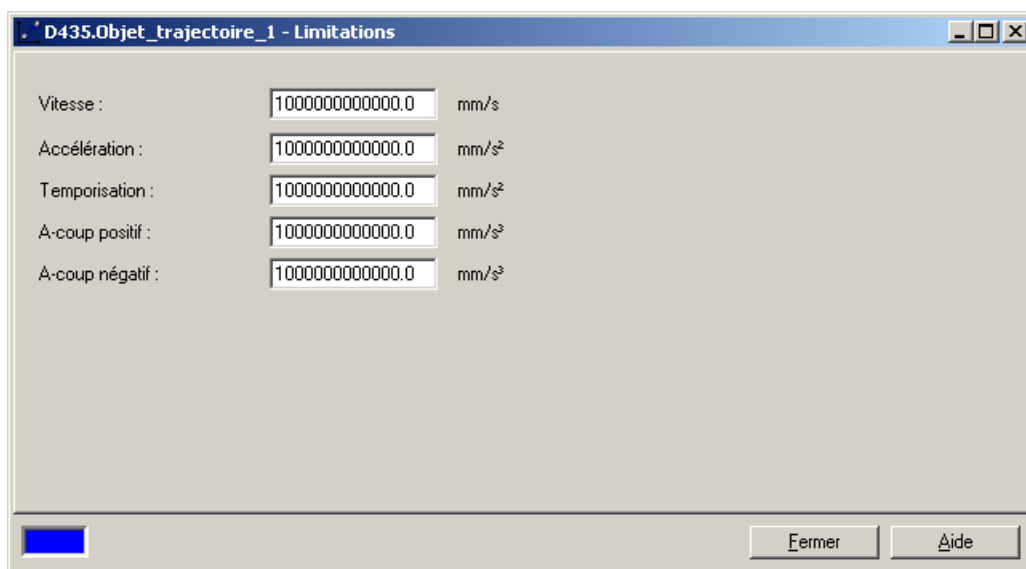


Figure 4-11 Limitations au niveau de l'objet trajectoire

Cette fenêtre permet de définir les valeurs limites dynamiques maximales de la trajectoire :

Champ / Bouton	Signification / Instruction
Vitesse	Saisissez la vitesse maximale. (<code>limitsOfPathDynamics.velocity</code>)
Accélération	Saisissez l'accélération maximale. (<code>limitsOfPathDynamics.positiveAccel</code>)
Décélération	Saisissez la décélération maximale. (<code>limitsOfPathDynamics.negativeAccel</code>)
A-coup positif	Saisissez l'à-coup maximal pour la phase initiale d'accélération / la phase finale de décélération. (<code>limitsOfPathDynamics.positiveJerk</code>)
A-coup négatif	Saisissez l'à-coup maximal pour la phase finale d'accélération / la phase initiale de décélération. (<code>limitsOfPathDynamics.negativeJerk</code>)

Pour plus d'informations, voir Dynamique de trajectoire (Page 39).

La signification des données de configuration et les plages de valeurs admissibles se trouvent dans les listes de référence SIMOTION.

4.8 Connexion de l'objet trajectoire

- Dans le navigateur de projet, double-cliquez sur **Connexions** sous l'objet.

Connexions

Nom :

La cinématique réglée requiert la connexion du 1er axe d'interpolation, du 2e axe d'interpolation et du 3e axe d'interpolation

1. Axe d'interpolation

	Nom de TO
☒	Axe_1
☐	Axe_2
☐	Axe_3
☐	Axe_5

2. Axe d'interpolation

	Nom de TO
☐	Axe_1
☒	Axe_2
☐	Axe_3
☐	Axe_5

3. Axe d'interpolation

	Nom de TO
☐	Axe_1
☐	Axe_2
☒	Axe_3
☐	Axe_5

Axe de positionnement pour déplacement à trajectoires synchro.

	Nom de TO
☐	Axe_3
☒	Axe_4
☐	Axe_5
☐	Axe_6

Profil de vitesse

	Nom de TO

Suivi du mouvement de

	Nom de TO	Type de couplage
☐	Axe_4	
☐	Axe_5	
☐	Axe_6	
☒	Codeur_externe_1	Mesure sans extrapolation

Spécification de dynamique de

	Nom de TO	Type de couplage
☐	Axe_3	
☐	Axe_4	
☒	Axe_5	Consigne
☐	Axe_6	

Sortie de la long. de trajectoire dans w2

	Nom de TO
☐	Axe_3
☐	Axe_4
☐	Axe_5
☒	Axe_6

Fermer Aide

Figure 4-12 Connexion de l'objet trajectoire

Cette fenêtre permet de connecter les sorties de l'objet trajectoire aux axes d'interpolation ou à un axe de positionnement. (Les objets doivent déjà avoir été créés.)

Cochez les objets souhaités.

Un objet trajectoire doit être connecté à au moins deux axes d'interpolation.

Les connecteurs suivants de l'objet trajectoire doivent être connectés :

- **1er axe d'interpolation** : avec un axe d'interpolation
- **2e axe d'interpolation** : avec un axe d'interpolation

Les connecteurs suivants de l'objet trajectoire peuvent être connectés :

4.8 Connexion de l'objet trajectoire

- **3e axe d'interpolation** : avec un axe d'interpolation
- **Axe pour déplacement à trajectoires synchronisées** : avec un axe de positionnement, un axe synchrone ou un axe d'interpolation
- **Profil de vitesse** : avec un profil de came
- **Transmission de la longueur de trajectoire dans w2** (à partir de V4.4) : avec un axe de positionnement

Pour plus d'informations, voir Connexion, règles de connexion (Page 114).

Suivi du mouvement de

A partir de la version V4.2, il est possible de connecter un axe ou un codeur externe pour la séquence de déplacements. Pour plus d'informations, voir Systèmes de coordonnées objet et séquence de déplacements au niveau de l'objet trajectoire (Page 101).

Spécification de la dynamique du

A partir de V4.3, la dynamique de trajectoire peut être spécifiée par le biais de DynamicsIn. Pour plus d'informations, voir Spécification de la dynamique de trajectoire (Page 39).

4.9 Tableau de commande de trajectoire

Le tableau de commande de trajectoire sert à la mise en service des cinématiques. La commande et la supervision d'objets trajectoire sont donc également possibles sans programme utilisateur. Exemples d'application :

- Déblocage et blocage de tous les axes connectés
- Test de fonctionnement d'objets trajectoire et des axes connectés
- Mise en service et configuration de la cinématique
- Déplacement cartésien dans le BCS ou un OCS
- Déplacement dans les axes machines
- Supervision des positions d'axe et des coordonnées cartésiennes

Maîtrise de commande

La maîtrise de commande pour l'objet trajectoire et les axes connectés peut se trouver au niveau du tableau de commande de trajectoire ou du programme utilisateur. Si elle se trouve au niveau du tableau de commande de trajectoire, les commandes de mouvement sur l'objet trajectoire ou les axes impliqués sont refusées.



ATTENTION

Danger de mort en raison de mouvements intempestifs des machines

Le non-respect des consignes de sécurité correspondantes est susceptible d'entraîner des dommages corporels et matériels.

- Tenez compte des consignes de sécurité de la boîte de dialogue **Prendre la maîtrise de commande** de SCOUT.

Conditions

- Une connexion en ligne à l'appareil SIMOTION doit être disponible.
- Les configurations actuelles des axes et de l'objet trajectoire doivent se trouver sur l'appareil cible. Le cas échéant, effectuez une mise à jour en chargeant le projet ou les données de configuration (Système cible > Charger > Charger les données de configuration dans la PG).

Pour plus d'informations, reportez-vous à l'aide en ligne SCOUT (index Tableau de commande de trajectoire).

4.10 Configuration de l'adaptation de la cinématique dans la liste pour experts

Dans la liste pour experts, vous pouvez afficher et modifier toutes les données de configuration et les variables système du TO **Objet trajectoire** dans une liste.

Vous y définissez le type de cinématique et l'adaptez à vos exigences (voir Adaptation de la cinématique (Page 60)).

Pour plus d'informations à ce sujet, voir la Description fonctionnelle **Fonctions de base Motion Control**, "Liste pour experts".

4.11 Configuration des surveillances de trajectoire

Des surveillances de trajectoire peuvent être configurées au niveau de l'axe.

Dans le navigateur de projet, double-cliquez sur **Surveillances** sous l'objet axe.

Réglez les paramètres nécessaires dans l'onglet **Déplacement avec interpolation** ou **Déplacement synchrone avec interpolation**.

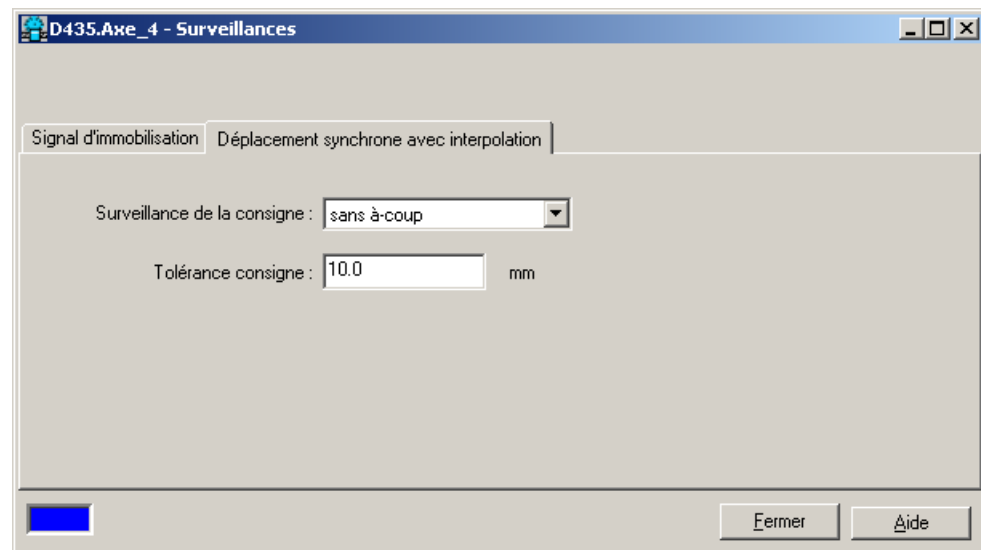


Figure 4-13 Surveillances d'un axe avec interpolation de trajectoire

Déplacements avec interpolation

Champ / Bouton	Signification / Instruction
Surveillance de la consigne	Activez la surveillance de la consigne pour l'axe d'interpolation. (pathAxisPosTolerance.enableCommandValue)
Tolérance consigne	Saisissez l'écart admissible pour la consigne calculée par l'objet trajectoire pour l'axe d'interpolation au niveau de l'axe en tenant compte des limitations de la consigne exécutable. (pathAxisPosTolerance.commandValueTolerance) Tout dépassement déclenche une alarme.

Axe à trajectoire synchrone - Surveillances - Déplacement synchrone avec interpolation

Champ / Bouton	Signification / Instruction
Surveillance de la consigne	Activez la surveillance de la consigne pour l'axe de positionnement. (pathSyncAxisPosTolerance.enableCommandValue)
Tolérance consigne	Saisissez l'écart admissible pour la consigne calculée par l'objet trajectoire pour l'axe de positionnement au niveau de l'axe en tenant compte des limitations de la consigne exécutable. (pathSyncAxisPosTolerance.commandValueTolerance) Tout dépassement déclenche une alarme.

Pour plus d'informations, voir Affichage et surveillances au niveau de l'axe (Page 54).

4.12 Etalonnage de l'objet trajectoire

Figure 4-14 Etalonner

Cette fenêtre vous permet d'étalonner l'objet entraînement par réaligement des systèmes de coordonnées. Vous pouvez aligner le système de coordonnées de base par rapport à l'origine de la cinématique, ou aligner un système de coordonnées de l'objet par rapport au système de coordonnées de base.

Sur la base de cet exemple, les 5 étapes indiquées sont nécessaires :

- ① Sélectionner un SCO
- ② Valider le cas échéant la position actuelle de la cinématique
- ③ Définir les positions réelles et les positions de consigne de la cinématique
- ④ Démarrer le calcul du décalage et de la rotation
- ⑤ Le cas échéant, valider les valeurs calculées en tant que nouvelles valeurs pour la cinématique

Le point 1 est ignoré pour l'étalonnage du système de coordonnées de base.

Etalonnage du système de coordonnées de base (BCS)

L'onglet **Système de coordonnées de base** permet d'étalonner le système de coordonnées de base (SCB) par rapport à l'origine de la cinématique. Selon la dimension de la cinématique choisie, vous devez définir deux ou trois points du BCS et deux ou trois nouveaux points correspondants desquels résultent ensuite le décalage et la rotation. Des champs de saisie pour deux coordonnées au moins sont disponibles pour chaque point. Un champ de saisie supplémentaire pour la troisième coordonnée est disponible avec les cinématiques 3D. Vous

pouvez également reprendre directement des points individuels de la position actuelle de l'objet trajectoire dans le BCS en utilisant le bouton situé à gauche des champs de saisie.

Après la saisie de coordonnées valides, un bouton s'affiche pour calculer le décalage et la rotation pour le BCS. Les valeurs calculées s'affichent. Un bouton vous permet de les valider pour l'objet trajectoire dans la gestion des données hors ligne. Si l'option de modification manuelle est cochée, la modification ultérieure des valeurs calculées est possible.

Le bouton hachuré en noir et jaune permet d'ouvrir le tableau de commande de trajectoire. Il est disponible uniquement si la commande se trouve en mode en ligne.

Etalonnage des systèmes de coordonnées de l'objet (OCS)

L'onglet **Systèmes de coordonnées de l'objet** permet d'étalonner les systèmes de coordonnées d'objet OCS_1, OCS_2 et OCS_3. Le système de coordonnées d'objet concerné est sélectionné dans la zone de gauche. La procédure d'étalonnage correspond à celle du BCS par rapport à l'origine de la cinématique, sauf que les saisies se rapportent à des positions de référence du BCS et à des positions de l'OCS en question.

Vous pouvez par ailleurs reprendre les points d'un OCS préalablement étalonné pour un autre OCS. Les boutons correspondants sont affichés sur la gauche.

4.13 Objet trajectoire - Menu contextuel

Vous pouvez sélectionner les fonctions suivantes :

Fonction	Signification / Remarque
Configuration	Cette fonction ouvre la configuration de l'objet trajectoire sélectionné dans le navigateur de projet. Cette fenêtre permet de définir le cycle de traitement.
Liste pour experts	Cette fonction ouvre la liste pour experts de l'objet trajectoire sélectionné dans le navigateur de projet. Dans cette liste, vous pouvez afficher et modifier les données de configuration et les variables système.
Valeurs par défaut	Cette fonction ouvre les valeurs par défaut de l'objet trajectoire sélectionné dans le navigateur de projet. Cette fenêtre permet de définir les valeurs de remplacement pour les systèmes de coordonnées objet, la dynamique et la trajectoire.
Étalonner	Cette fonction permet d'ouvrir une fenêtre pour l'étalonnage de l'objet trajectoire. Dans cette fenêtre, vous pouvez étalonner les valeurs pour le BCS ou les trois OCS.
Limitations	Cette fonction ouvre les limitations de l'objet trajectoire sélectionné dans le navigateur de projet. Cette fenêtre permet de définir les valeurs limites de la dynamique pour l'objet trajectoire.
Connexions	Cette fonction ouvre les connexions de l'objet trajectoire sélectionné dans le navigateur de projet. Cette fenêtre permet de visualiser les entrées des axes.
Expert	Cette fonction ouvre le sous-menu de réglage expert.
Importer l'objet	La fonction Importer l'objet vous permet d'ouvrir une fenêtre pour l'importation XML. Vous y configurez les paramètres pour l'importation XML.
Enregistrer le projet et exporter l'objet	La fonction Enregistrer le projet et exporter l'objet vous permet d'ouvrir une fenêtre pour l'exportation XML. Vous y configurez les paramètres pour l'exportation XML.

Exemple de projet d'interpolation de trajectoire

5.1 Vue d'ensemble de l'exemple

Pour illustrer la configuration de l'interpolation de trajectoire, les chapitres suivants décrivent un exemple de projet étape par étape.

Les descriptions suivantes présupposent que le projet avec l'appareil SIMOTION et les entraînements a déjà été créé dans HW Config.

L'exemple consiste à configurer le portail 2D suivant :

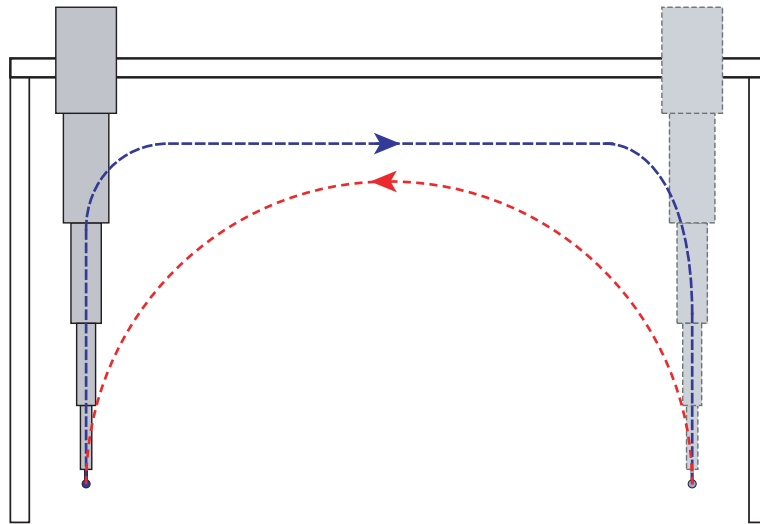


Figure 5-1 Vue d'ensemble

Ce portail 2D est composé des axes suivants :

- Axe vertical : longueur de déplacement de 1400 cm, origine de l'axe à la position inférieure
- Axe horizontal : longueur de déplacement de 2000 cm, origine de l'axe à gauche

L'origine de l'objet trajectoire est donc en bas à gauche.

Pour configurer et utiliser le portail 2D, procédez comme suit :

- Sélectionner un package technologique (Page 139)
- Créer des axes (Page 140)
- Créer un objet trajectoire (Page 142)
- Définir la cinématique (Page 143)
- Connecter l'objet trajectoire (Page 144)
- Programmer la trajectoire dans MCC (Page 147)
- Vérifier le déplacement avec la fonction Trace (Page 165)

5.1 Vue d'ensemble de l'exemple

Pour illustrer le fonctionnement d'un axe à trajectoire synchrone (Page 167), l'exemple se termine par la configuration d'un préhenseur.

5.2 Sélection du package technologique

L'interpolation de trajectoire est prise en charge par les packages technologiques **PATH** et **CAM_EXT**.

Effectuez un clic droit sur l'appareil dans le navigateur de projet, sélectionnez **Sélectionner le package technologique** dans le menu contextuel et utilisez le package technologique **PATH**.

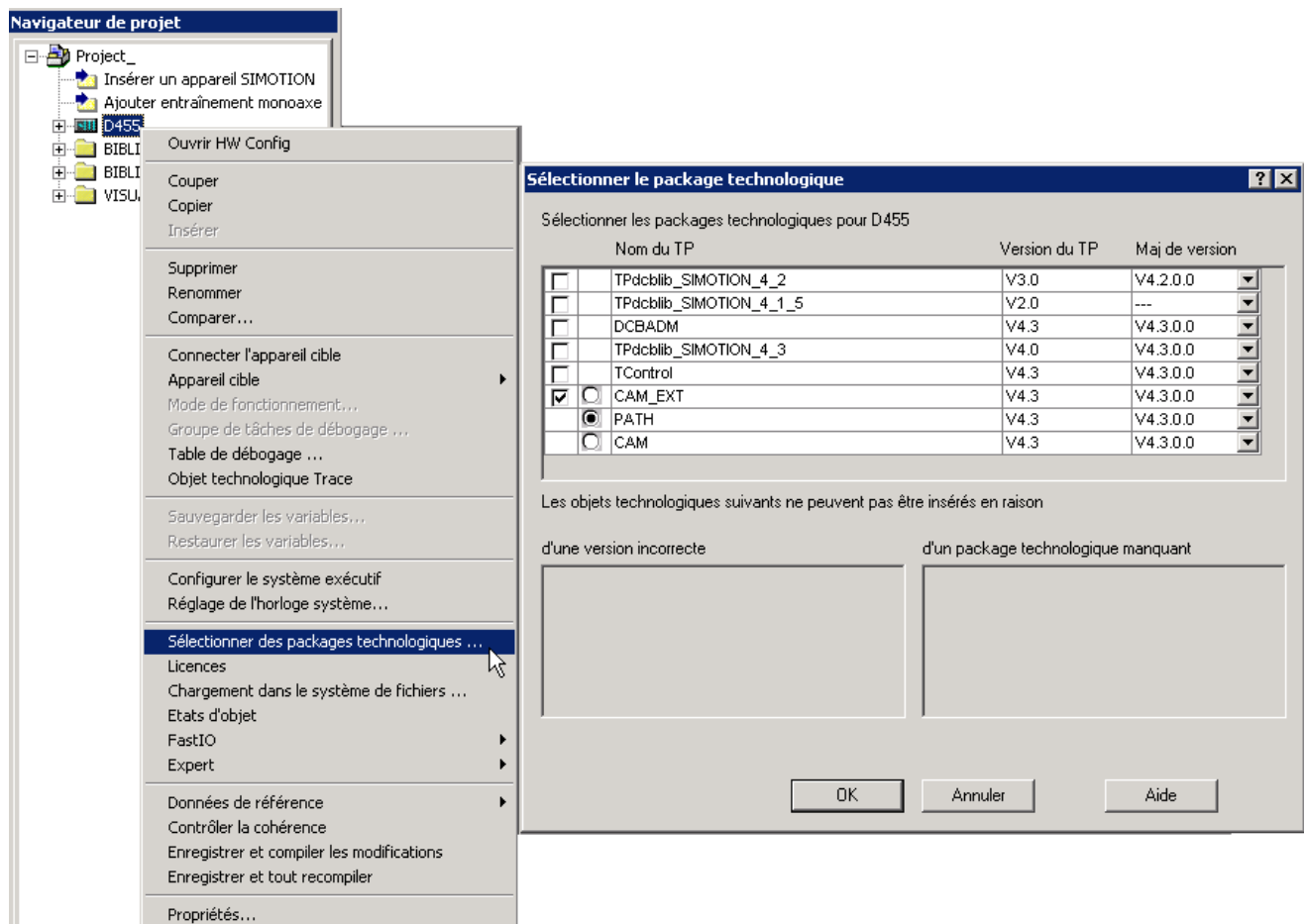


Figure 5-2 Sélection du package technologique

5.3 Création des axes

Deux axes linéaires sont nécessaires dans l'exemple : **Axis_X** et **Axis_Z**. Ces axes sont créés avec la technologie **Interpolation de trajectoire**. Les deux axes sont créés comme axes linéaires virtuels et non modulaires.

Cliquez sur **AXES -> Insérer un axe** afin d'insérer un axe pour l'appareil. Nommez le premier axe **Axis_X** et le deuxième **Axis_Z** et configurez les deux axes de la manière suivante :

1. Sélection de la technologie **Interpolation de trajectoire**

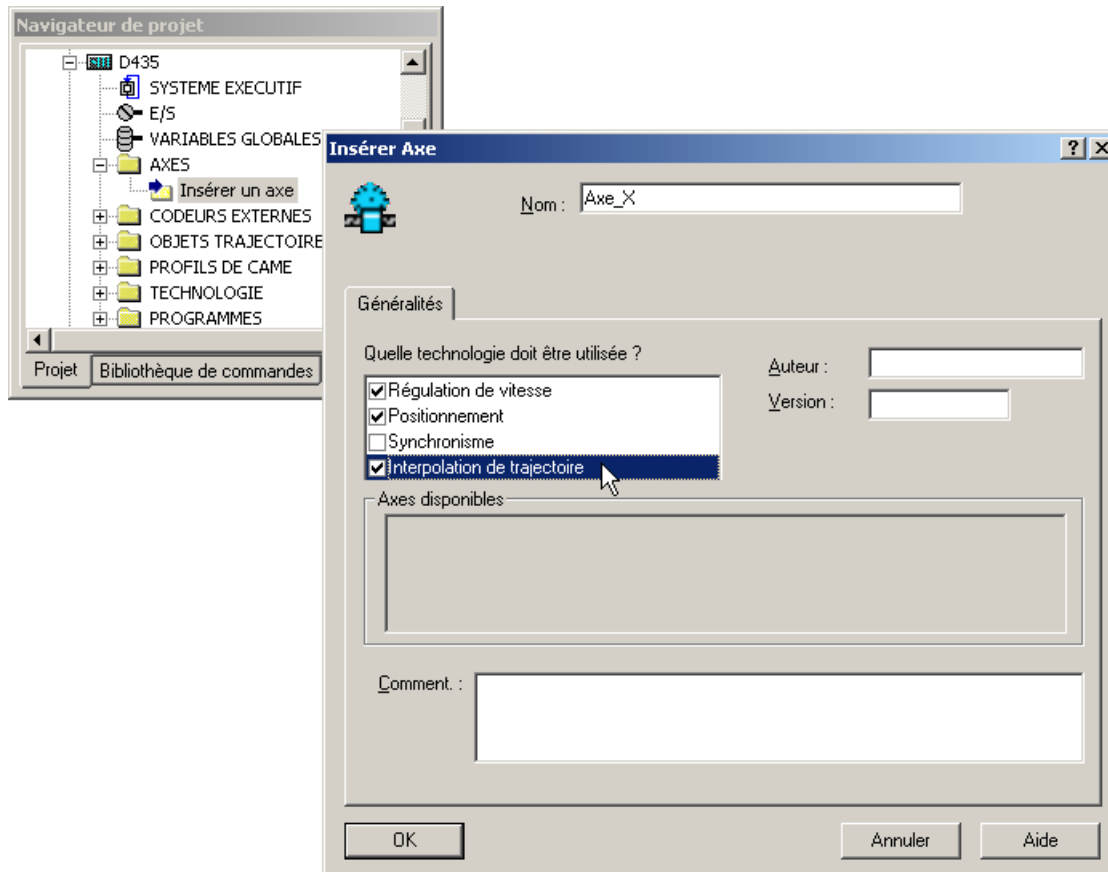


Figure 5-3 Création de l'axe

2. Axe linéaire virtuel et non modulaire

La configuration des deux axes est la suivante :

Configuration de cet axe :
Nom :
- Axe_X
Technologie :
- Axe d'interpolation
Type d'axe :
- Axe linéaire
- Pas de modulo sélectionné
Entraînement :
- L'axe est virtuel

Figure 5-4 Résumé de la configuration de l'exemple (axe Axis_X)

Le navigateur de projet se présente maintenant ainsi :

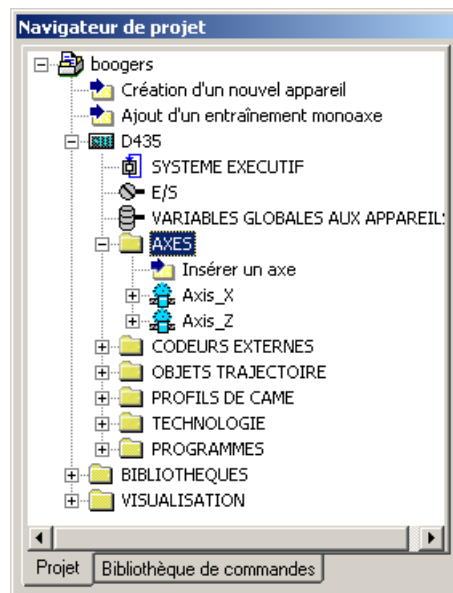


Figure 5-5 Navigateur de projet avec les axes créés

5.4 Création d'un objet trajectoire

Sous **OBJETS TRAJECTOIRE**, insérez un nouvel objet trajectoire pour l'appareil. Nommez l'objet trajectoire **Portail_2D**.

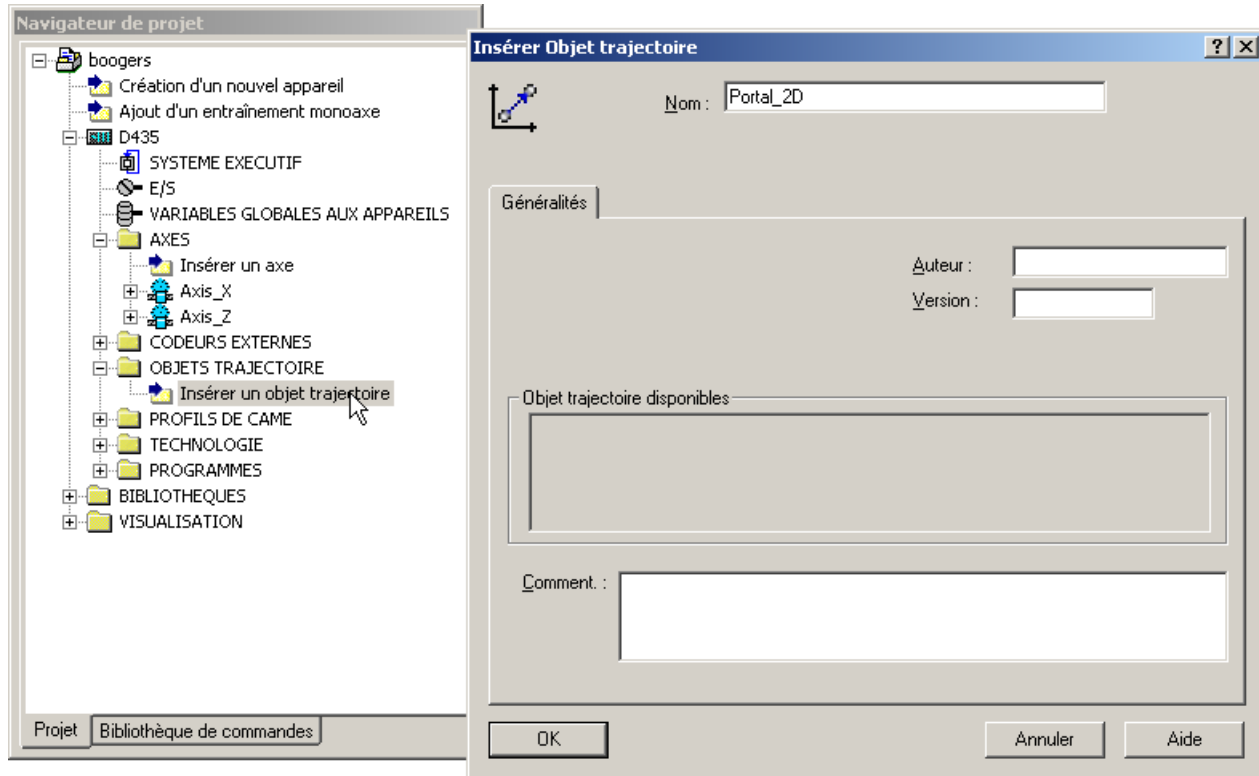


Figure 5-6 Création d'un objet trajectoire

5.5 Définition de la cinématique

La définition de la cinématique consiste à définir le type de cinématique avec ses données mécaniques et le décalage du système de coordonnées par rapport à l'origine du système de coordonnées de base.

Ouvrez la fenêtre Configuration pour l'objet trajectoire. Dans le masque affiché, définissez le type de cinématique et le plan de coordonnées comme suit :

- Cinématique : **Cartésien 2D**
- Plan de coordonnées : **Plan ZX**

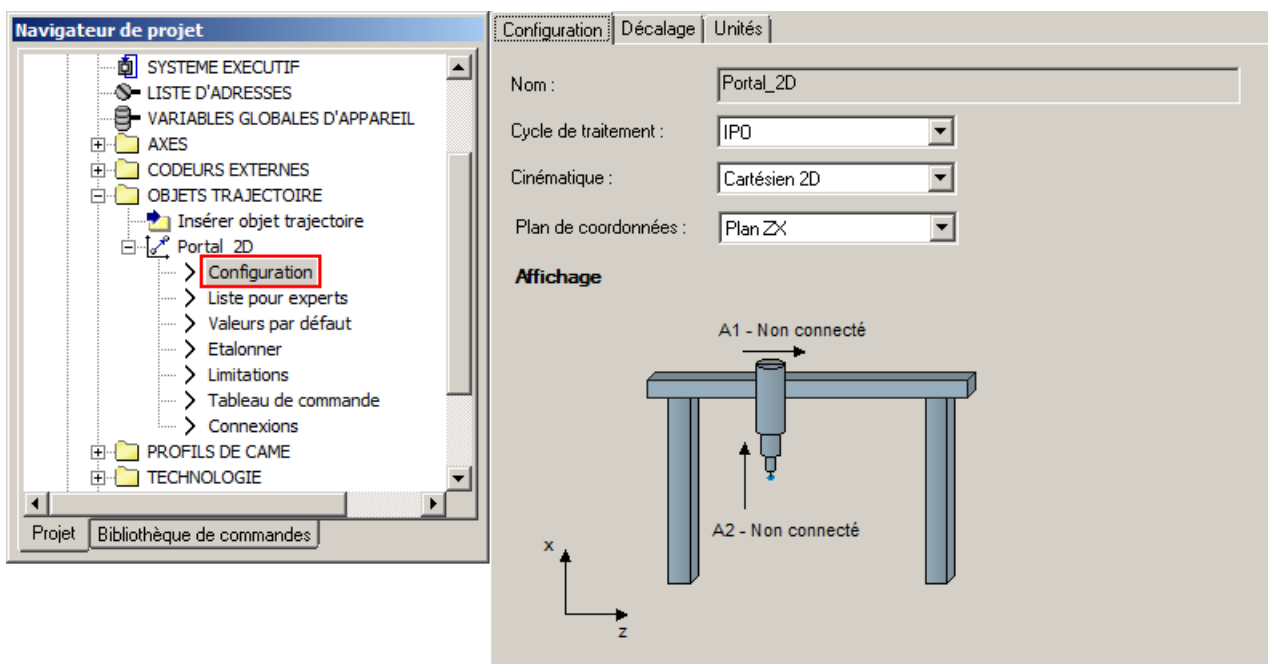


Figure 5-7 Configuration de la cinématique

5.6 Connexion de l'objet trajectoire

Ouvrez la fenêtre **Connexions** pour l'objet trajectoire. Dans ce masque, affectez les axes à l'objet trajectoire.

Comme la cinématique travaille dans le plan Z-X, l'axe Z doit être utilisé comme premier axe d'interpolation et l'axe X comme deuxième axe d'interpolation.

Paramétrez donc les **connexions** de l'objet trajectoire de la manière suivante :

- 1. axe d'interpolation : **Axis_Z**
- 2. axe d'interpolation : **Axis_X**

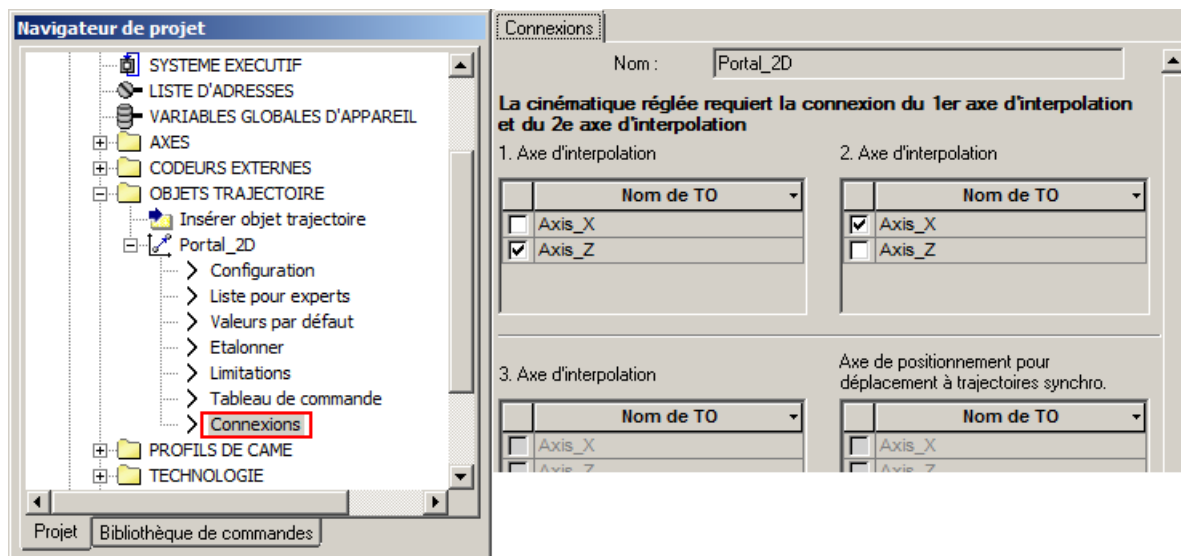


Figure 5-8 Connexion de l'objet trajectoire

5.7 Définition des valeurs par défaut de l'objet trajectoire

Les réglages décrits ci-dessous doivent être effectués dans les valeurs par défaut de l'objet trajectoire.

Pour régler les valeurs par défaut de l'objet trajectoire, procédez comme suit :

1. Cliquez sur **Valeurs par défaut** sous l'objet trajectoire.
2. Dans la fenêtre **Valeurs par défaut**, dans l'onglet **Systèmes de coordonnées de l'objet**, vous pouvez définir les systèmes de coordonnées objet :

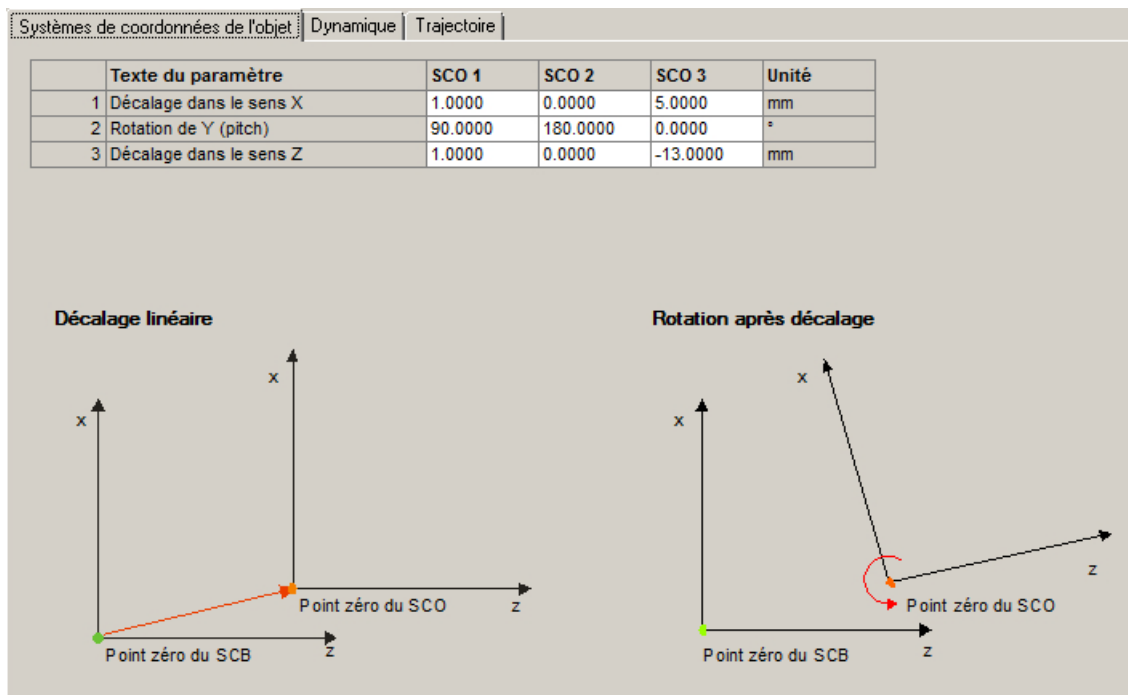


Figure 5-9 Valeurs par défaut - Systèmes de coordonnées de l'objet

Pour activer un système de coordonnées objet, vous devez ensuite exécuter la commande `setPathObjectOcs` (voir Système de coordonnées objet (OCS) de l'objet trajectoire (Page 101)).

3. L'onglet **Dynamique** permet par exemple de régler l'objet trajectoire comme suit :

Systèmes de coordonnées de l'objet	Dynamique	Trajectoire
Niveau trajectoire :	Plan ZX	
Mode trajectoire :	En valeur absolue	
Limitation de la dynamique de trajectoire aux valeurs limites transformées de l'axe :	non	
Spécification de polynôme :	Valeurs initiales explicites	
Spécification de cercle :	Interpolation circulaire avec point intermédiaire et final	
Sens de déplacement à trajectoires synchro. :	Sur la base du signe de la position de destination	
Mode déplacement à trajectoires synchro. :	Position de destination relative	
Transition progressive :	Lissage avec prise en compte de la dynamique de l'axe	
Mode point auxiliaire :	Spécification de valeur identique à celle de la position de dest	

Figure 5-10 Valeurs par défaut - Dynamique

4. Dans l'onglet **Trajectoire**, effectuez les réglages suivants :

Systèmes de coordonnées de l'objet	Dynamique	Trajectoire
Niveau trajectoire :	Plan ZX	
Mode trajectoire :	En valeur absolue	
Limitation de la dynamique de trajectoire aux valeurs limites transformées de l'axe :	non	
Spécification de polynôme :	Valeurs initiales explicites	
Spécification de cercle :	Interpolation circulaire avec point intermédiaire et final	
Sens de déplacement à trajectoires synchro. :	Sur la base du signe de la position de destination	
Mode déplacement à trajectoires synchro. :	Position de destination relative	
Transition progressive :	Lissage avec prise en compte de la dynamique de l'axe	
Mode point auxiliaire :	Spécification de valeur identique à celle de la position de dest	

Figure 5-11 Valeurs par défaut - Trajectoire

5.8 Programmation de l'interpolation de trajectoire dans MCC

5.8.1 Programmation des commandes de déplacement dans MCC

La trajectoire configurée pour cet exemple doit être la suivante :

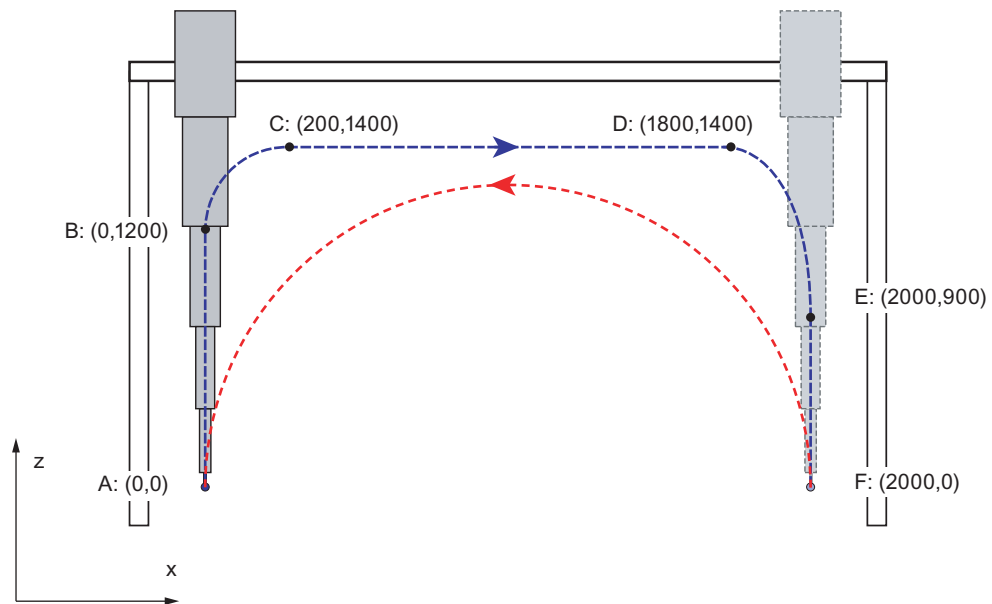


Figure 5-12 Trajectoire à parcourir

Cette trajectoire est formée des segments de trajectoire suivants :

Segment	Type de trajectoire	Point de départ (x,z)	Point final (x,z)
A - B	Trajectoire linéaire	(0,0)	(0,1200)
B - C	Trajectoire polynomiale	(0,1200)	(200,1400)
C - D	Trajectoire linéaire	(200,1400)	(1800,1400)
D - E	Trajectoire polynomiale	(1800,1400)	(2000,900)
E - F	Trajectoire linéaire	(2000,900)	(2000,0)
F - A	Trajectoire circulaire	(2000,0)	(0,0)

5.8.2 Création du programme

1. Dans le navigateur de projet, double-cliquez sur **Insérer source MCC**. Nommez la source MCC **MCC_Example**.

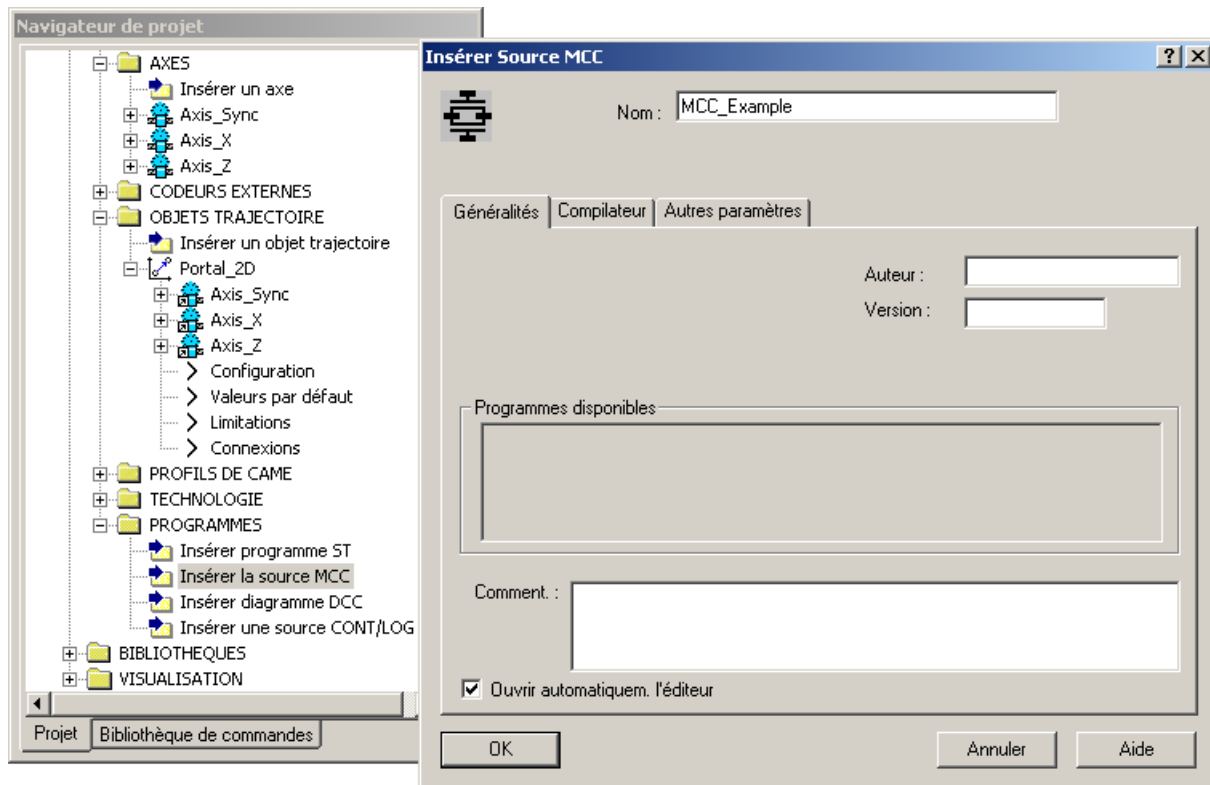


Figure 5-13 Création de la source MCC

2. Dans l'**interface** de la source MCC, définissez les variables suivantes :
 - **start_move** (BOOL, true) : le portail doit exécuter le déplacement lorsque **start_move=true** et s'arrêter lorsque **start_move=false**.
 - **forw_back** (BOOL, false) : la variable **forw_back** indique si le portail se déplace en avant (true, A->F) ou en arrière (false, F->A).

Source MCC - [D435.MCC_Example *]

INTERFACE (déclaration exportée)

Paramètres Mnémonique E/S Structures Enumérations Connexions

	Item	Type de variable	Type de données	Longueur de champ	Valeur initiale	Comm
1	Start_Move	VAR_GLOBAL	BOOL		true	
2	Forw_Backw	VAR_GLOBAL	BOOL		false	
3						

IMPLEMENTATION (déclaration interne à la source)

Paramètres Mnémonique E/S Structures Enumérations Connexions

	Item	Type de variable	Type de données	Longueur de champ	Valeur initiale
1					

Figure 5-14 Définition des variables dans la source MCC

3. Dans le navigateur de projet, cliquez sur **Insérer un diagramme MCC** sous la nouvelle source MCC. Nommez ce diagramme **TopLoader**.

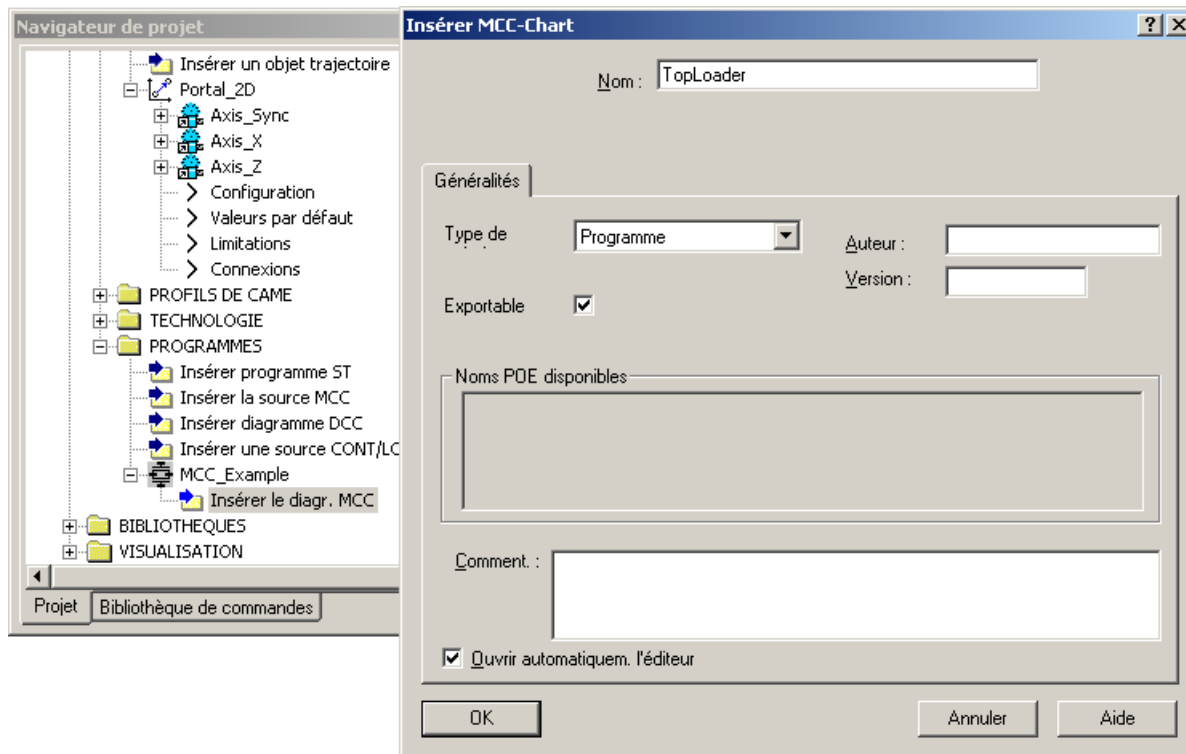


Figure 5-15 Insérer un diagramme MCC

4. Ouvrez le diagramme MCC et définissez les variables suivantes :
- **endPoly, startPoly** : structRetGetLinearPathGeometricData
 - **x_start, z_start, x_end, z_end** : LREAL

Ces variables sont requises pour calculer des données pour l'interpolation polynomiale.

MCC - [D435.MCC_Example][TopLoader]						
Paramètres / variables						
	Nom	Type de va	Type de données	Longueur de champ	Valeur initiale	Commentaire
1	endPoly	VAR	structRetGetLinearPathGeom			
2	startPoly	VAR	structRetGetLinearPathGeom			
3	x_End	VAR	LREAL			
4	z_End	VAR	LREAL			
5	x_Start	VAR	LREAL			
6	z_Start	VAR	LREAL			
7						

Figure 5-16 Création des variables dans la source MCC

5.8.3 Programmation du programme de déplacement

5.8.3.1 Programmation du programme de déplacement

Le programme de déplacement programmé doit être le suivant :

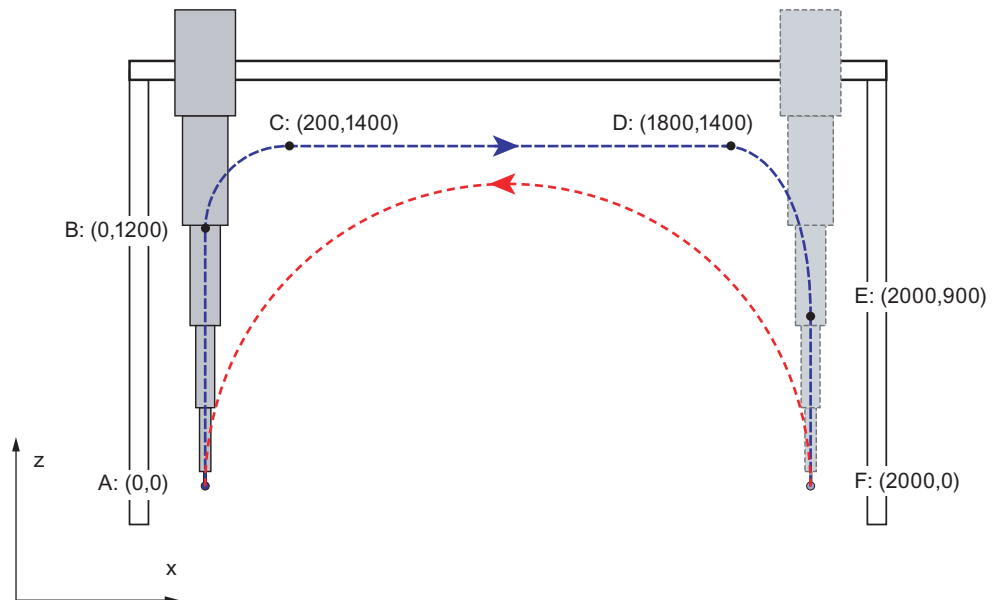


Figure 5-17 Trajectoire à parcourir

Le programme de déplacement doit être exécuté au sein d'une boucle **While**. Celle-ci s'exécute tant que **start_move** est réglé sur **true**.

5.8.3.2 Création de la boucle While

Pour l'exemple, la boucle While créée s'exécute tant que **start_move** est réglé sur true.

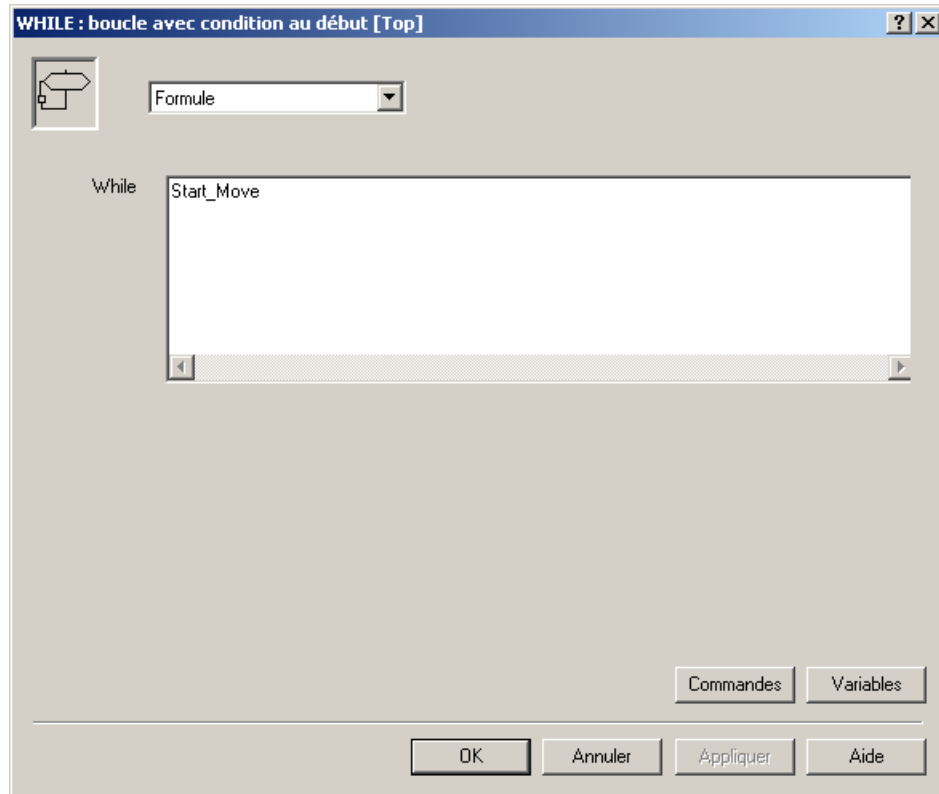


Figure 5-18 Boucle While

5.8.3.3 Programmation de la trajectoire linéaire A-B

Avant le démarrage du déplacement avant, la variable **forw_back** est mise à **true**. Ceci est effectué par une affectation de variable.

A cet effet, placez une commande Loupe ST dans la boucle While et programmez-la de la manière suivante :

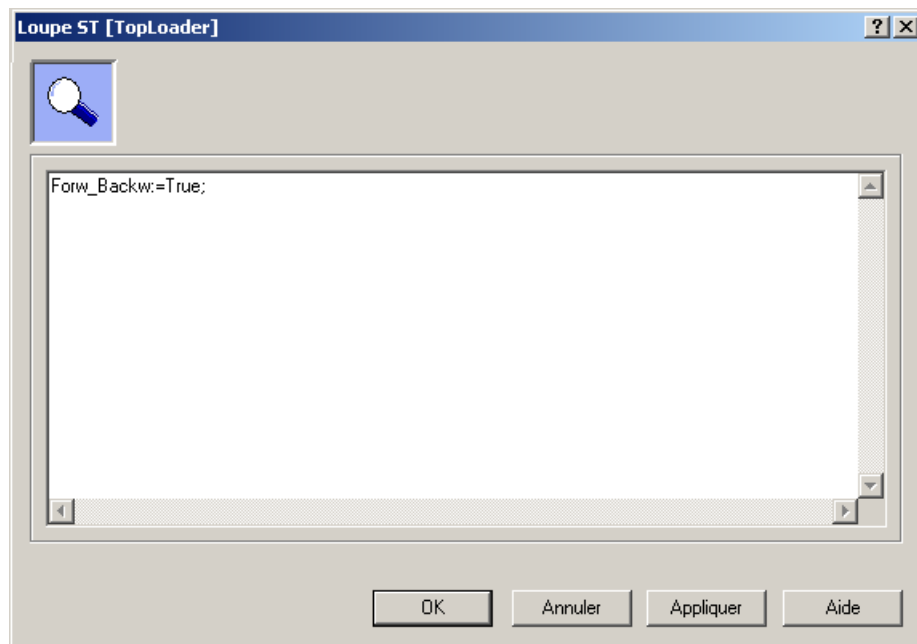


Figure 5-19 forw_back mis à true

Puis insérez une commande **Effectuer une trajectoire linéaire** dans la boucle While. Définissez la trajectoire linéaire **A-B** de la manière suivante :

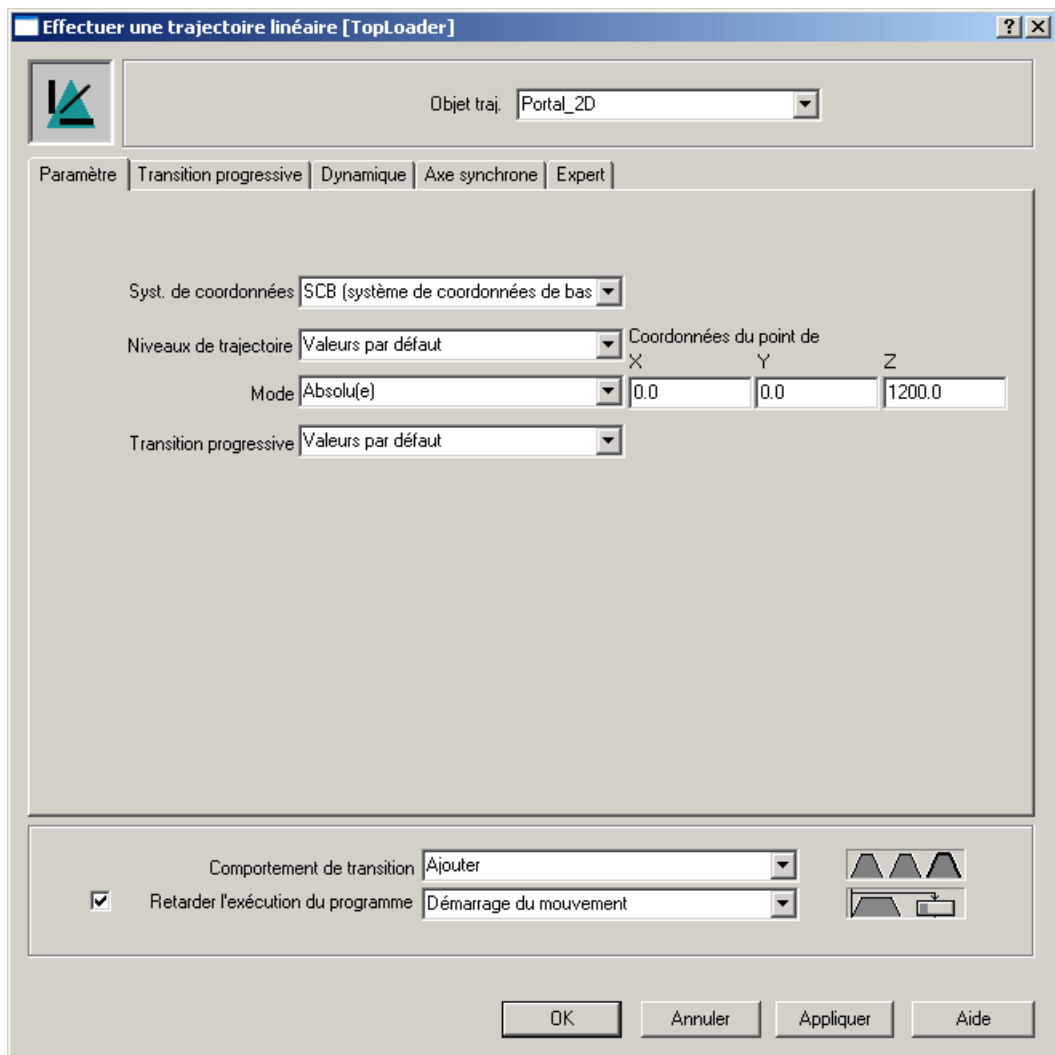


Figure 5-20 Programmation de la trajectoire linéaire A-B

5.8.3.4 Programmation de la trajectoire polynomiale B-C

Pour la programmation de la trajectoire polynomiale **B-C**, les dérivées géométriques au point de départ et au point final doivent être calculées dans une loupe ST.

Insérez une commande Loupe ST pour le point de départ et une pour le point final dans la boucle While et programmez-les comme dans les fenêtres ci-dessous :

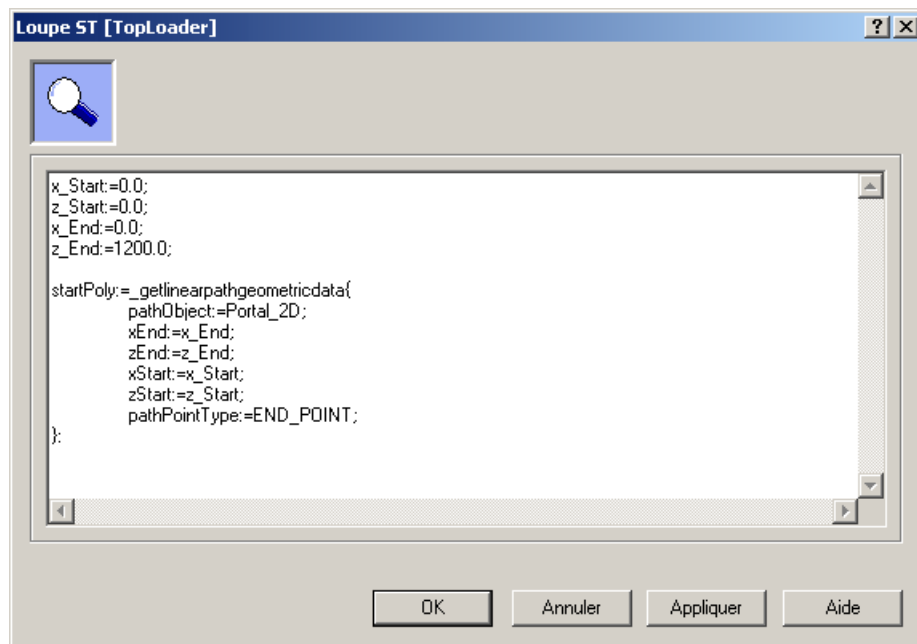


Figure 5-21 Calcul des dérivations au point de départ de la première trajectoire polynomiale

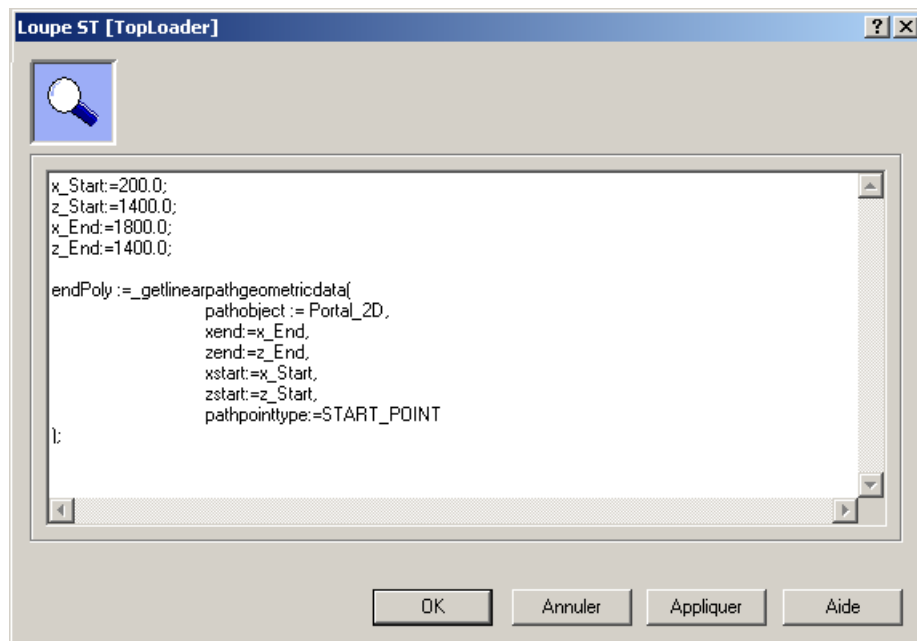


Figure 5-22 Calcul des dérivations au point final de la première trajectoire polynomiale

Puis insérez une commande **Effectuer une trajectoire polynomiale** dans la boucle While et définissez la trajectoire polynomiale de la manière suivante :

Effectuer une trajectoire polynomiale [MCC_1]

Objet traj. Portal_2D

Paramètre Transition progressive Dynamique Axe synchrone Expert

Syst. de coordonnées SCB (système de coordonnées de bas)

Niveaux de trajectoire Valeurs par défaut

Mode Absolue

Coordonnées du point de

X	Y	Z
0.0	0.0	0.0

Transition progressive Valeurs par défaut

Spécification de Valeurs par défaut

première dérivée du point de départ

X	Y	Z
startpoly.firstGe	startpoly.firstGe	startpoly.firstGe

deuxième dérivée du point de départ

X	Y	Z
startpoly.secon	startpoly.secon	startpoly.secon

première dérivée du point final

X	Y	Z
endpoly.firstGe	endpoly.firstGe	endpoly.firstGe

deuxième dérivée du point final

X	Y	Z
endpoly.secon	endpoly.secon	endpoly.secon

Comportement de transition Ajouter

☒ Retarder l'exécution du programme Démarrage du mouvement

OK Annuler Appliquer Aide

Figure 5-23 Programmation de la trajectoire polynomiale B-C

Les dérivées calculées précédemment sont indiquées de la manière suivante dans la commande :

- Première dérivée au point de départ : **startpoly.firstGeometricDerivative.x / .y / .z**
- Deuxième dérivée au point final : **startpoly.secondGeometricDerivative.x / .y / .z**
- Première dérivée au point final : **endpoly.firstGeometricDerivative.x / .y / .z**
- Deuxième dérivée au point final : **endpoly.secondGeometricDerivative.x / .y / .z**

Remarque

Une spécification de polynôme alternative est décrite pour la programmation de la trajectoire polynomiale D-E.

5.8.3.5 Programmation de la trajectoire linéaire C-D

Pour la trajectoire linéaire **C-D**, insérez une commande **Effectuer une trajectoire linéaire** dans la boucle While et procédez aux réglages suivants :

Effectuer une trajectoire linéaire [MCC_1]

Objet traj: Portal_2D

Paramètre | Transition progressive | Dynamique | Axe synchrone | Expert

Syst. de coordonnées: SCB (système de coordonnées de bas)

Niveaux de trajectoire: Valeurs par défaut

Mode: Absolu(e)

Coordonnées du point de

	X	Y	Z
	1800.0	0.0	1400.0

Transition progressive: Valeurs par défaut

Comportement de transition: Ajouter

☒ Retarder l'exécution du programme: Démarrage du mouvement

OK Annuler Appliquer Aide

Figure 5-24 Programmation de la trajectoire linéaire C-D

5.8.3.6 Programmation de la trajectoire polynomiale D-E

Pour la trajectoire polynomiale **D-E**, utilisez le type de spécification de polynôme **Ajouter en continu**. Les dérivées géométriques au point de départ sont calculées à partir du segment de

trajectoire précédent. Seules les dérivations au point final doivent être calculées avec une loupe ST.

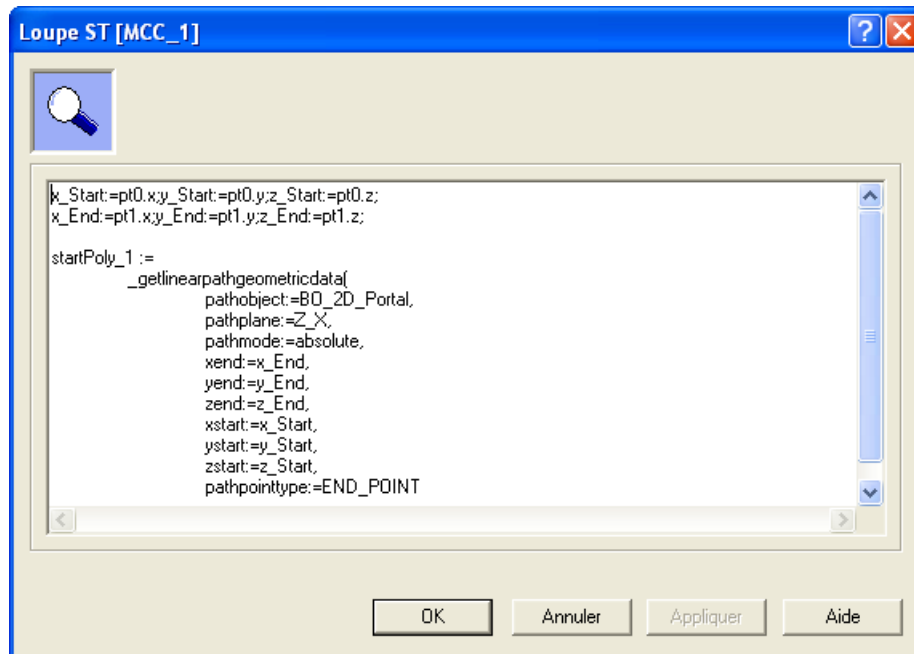


Figure 5-25 Dérivations au point final de la trajectoire polynomiale D-E

Vous devez insérer successivement aussi bien la commande Loupe ST que la commande **Effectuer une trajectoire polynomiale** dans la boucle While.

Paramétrez la trajectoire polynomiale comme dans la fenêtre ci-dessous :

Effectuer une trajectoire polynomiale [MCC_1]

Objet traj: Portal_2D

Paramètre | Transition progressive | Dynamique | Axe synchrone | Expert

Syst. de coordonnées: SCB (système de coordonnées de bas)

Niveaux de trajectoire: Valeurs par défaut

Mode: Absolu(e)

Coordonnées du point de

X	Y	Z
2000.0	0.0	900.0

Transition progressive: Valeurs par défaut

Spécification de: Ajouter en continu

première dérivée du point final

X	Y	Z
endpoly.firstGe	endpoly.firstGe	endpoly.firstGe

deuxième dérivée du point final

X	Y	Z
endpoly.secon	endpoly.secon	endpoly.secon

Comportement de transition: Ajouter

☒ Retarder l'exécution du programme: Démarrage du mouvement

OK Annuler Appliquer Aide

Figure 5-26 Programmation de la trajectoire polynomiale D-E

5.8.3.7 Programmation de la trajectoire linéaire E-F

Pour la trajectoire linéaire **E-F**, insérez une commande **Effectuer une trajectoire linéaire** et procédez aux réglages suivants :

Effectuer une trajectoire linéaire [MCC_1]

Objet traj. Portal_2D

Paramètre Transition progressive Dynamique Axe synchrone Expert

Syst. de coordonnées SCB (système de coordonnées de bas)

Niveaux de trajectoire Valeurs par défaut

Mode Absolu(e)

Coordonnées du point de X Y Z

2000.0 0.0 0.0

Transition progressive Valeurs par défaut

Comportement de transition Ajouter

☒ Retarder l'exécution du programme Mouvement terminé

OK Annuler Appliquer Aide

Figure 5-27 Programmation de la trajectoire linéaire E-F

5.8.3.8 Programmation du retour F-A

Le préhenseur du portail doit retourner à la position de départ suivant une trajectoire circulaire. Le point de départ de la trajectoire circulaire est (2000, 0) et le point final (0, 0).

Il existe plusieurs possibilités de définir la trajectoire circulaire. Pour cet exemple, la trajectoire circulaire doit être définie par un point intermédiaire et un point final. Le point (1000, 1000) est sélectionné comme point intermédiaire.

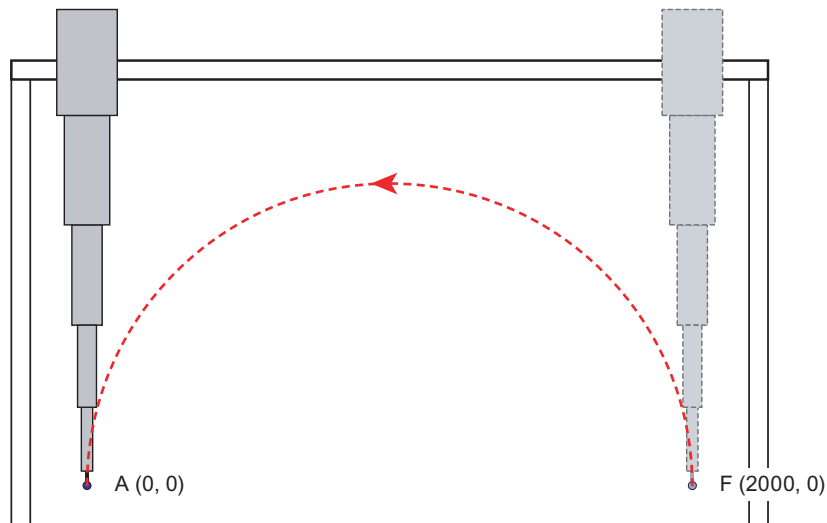


Figure 5-28 Définition de la trajectoire circulaire de retour

Pour indiquer le déplacement arrière, la variable **forw_back** est mise à **false** dans une commande Loupe ST.

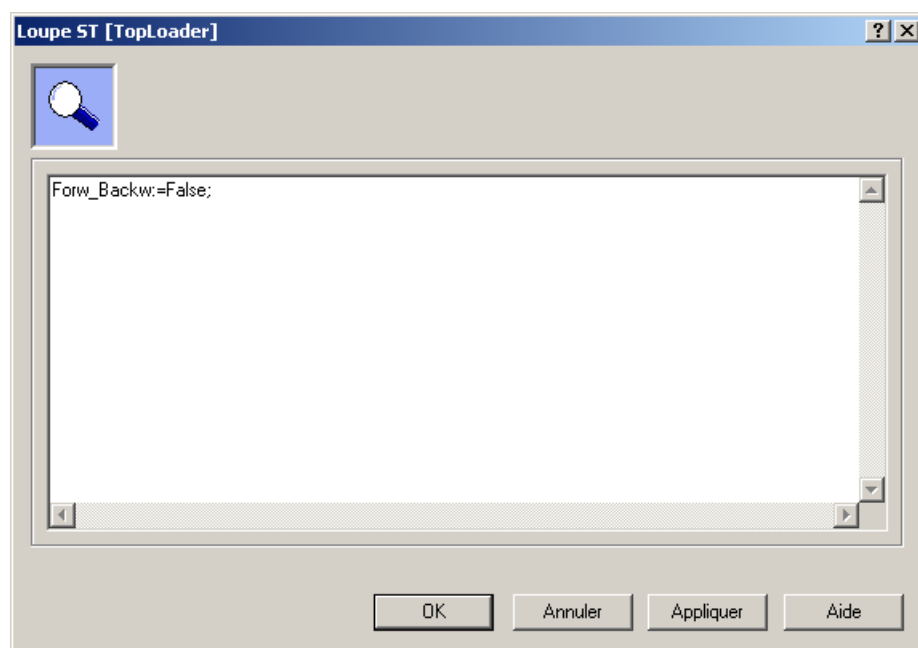


Figure 5-29 forw_back mis à false

Insérez ensuite la commande **Effectuer une trajectoire circulaire** et procédez aux réglages suivants :

Effectuer une trajectoire circulaire [MCC_1]

Objet traj. Portal_2D

Paramètre Transition progressive Dynamique Axe synchrone Expert

Syst. de coordonnées SCB (système de coordonnées de bas)

Niveaux de trajectoire Valeurs par défaut

Mode Absolu(e)

Transition progressive Valeurs par défaut

Spécification de cercle Point intermédiaire et point final

Mode avec points Valeurs par défaut

Coordonnées du point de

X	Y	Z
0.0	0.0	0.0

Coordonnées de point

I	J	K
1000.0	0.0	1000.0

Comportement de transition Ajouter

☒ Retarder l'exécution du programme Mouvement terminé

OK Annuler Appliquer Aide

Figure 5-30 Programmation de la trajectoire circulaire F-A

5.8.4 Activation des déblocages des axes et prise de référence des axes

Pour pouvoir déplacer les axes, il faut les débloquer. Par ailleurs, il est encore nécessaire de référencer les axes. A cet effet, insérez les commandes **Activer le déblocage des axes** et **Référencer l'axe** pour chaque axe avant la boucle While.

Pour les commandes **Activer le déblocage des axes**, vous pouvez utiliser les valeurs par défaut.

Pour les commandes **Référencer l'axe**, mettez les **coordonnées du point de référence** à 0 mm. Vous n'avez pas besoin de modifier les autres valeurs.

5.8.5 Diagramme MCC

Le diagramme MCC se présente maintenant ainsi :

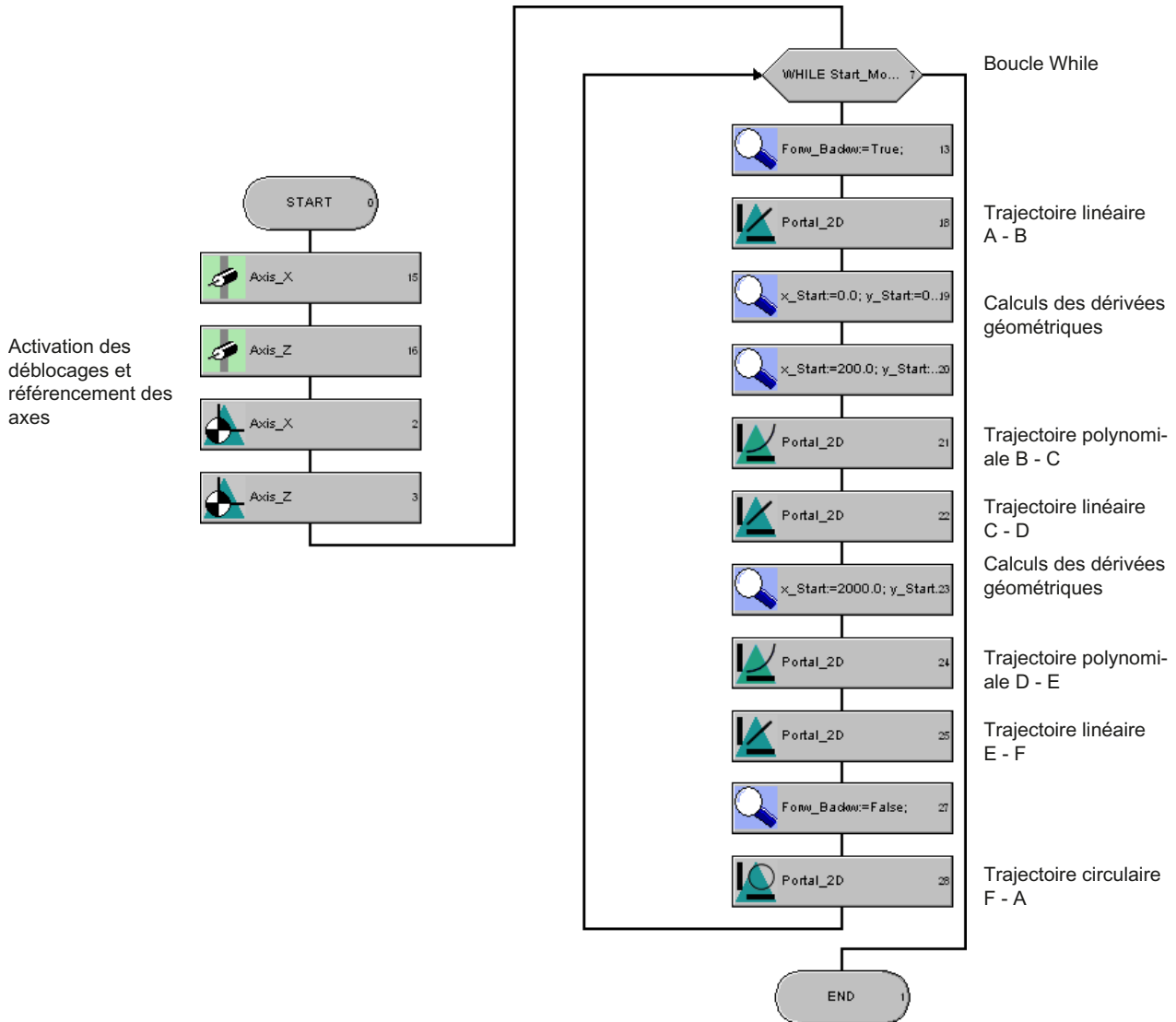


Figure 5-31 Diagramme MCC

5.8.6 Affectation du diagramme MCC dans le système exécutif

Dans le système exécutif, le diagramme MCC doit être affecté à une MotionTask quelconque. La MotionTask doit être activée après la StartupTask.

Pour affecter le diagramme MCC à une MotionTask, procédez comme suit :

1. Dans le navigateur de projet, sélectionnez une **MotionTask** quelconque et glissez le programme **MCC_Example.toploader** dans les **programmes utilisés**.

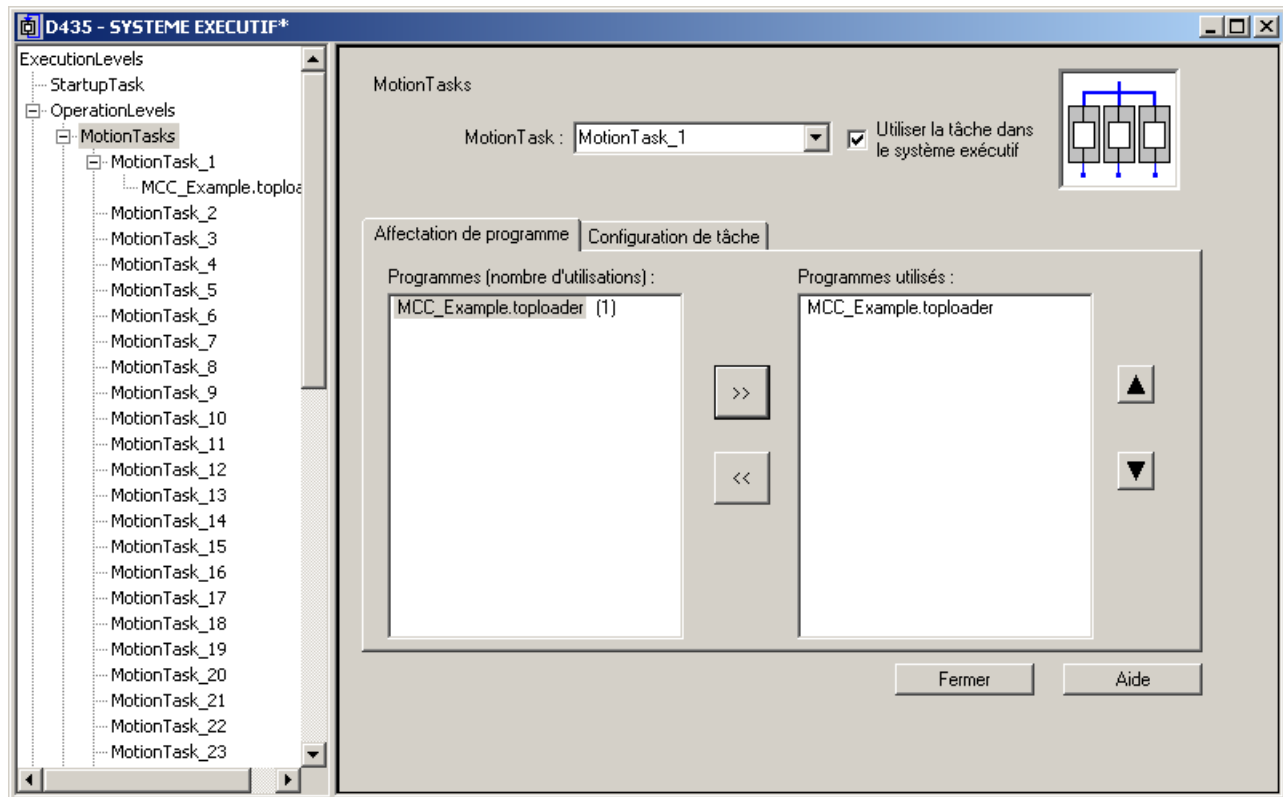


Figure 5-32 Affectation de la MotionTask dans le système exécutif

2. Dans la configuration de tâche de la MotionTask, sélectionnez **Activation après StartupTask**.

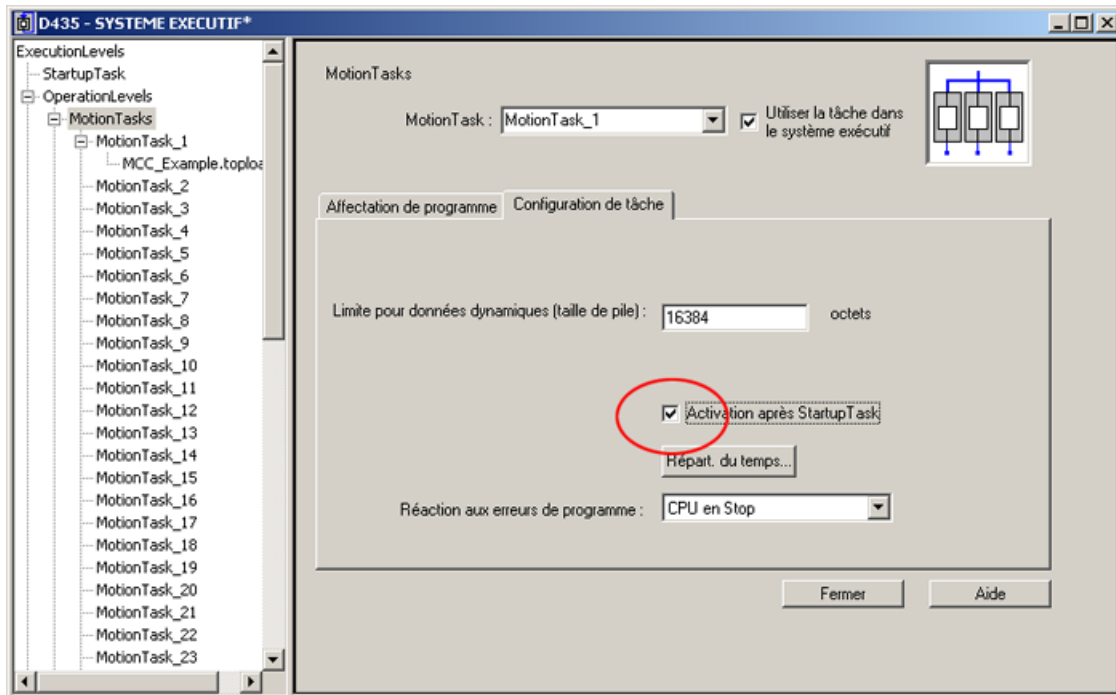


Figure 5-33 Configuration de la MotionTask dans le système exécutif

5.8.7 Vérification du déplacement avec la fonction Trace

Pour visualiser le déplacement, appliquez la fonction Trace aux variables suivantes :

- TO.Axis_X.positioningstate.actualposition
- TO.Axis_Z.positioningstate.actualposition
- Forw_back

L'enregistrement de la boucle de déplacement se présente maintenant ainsi :

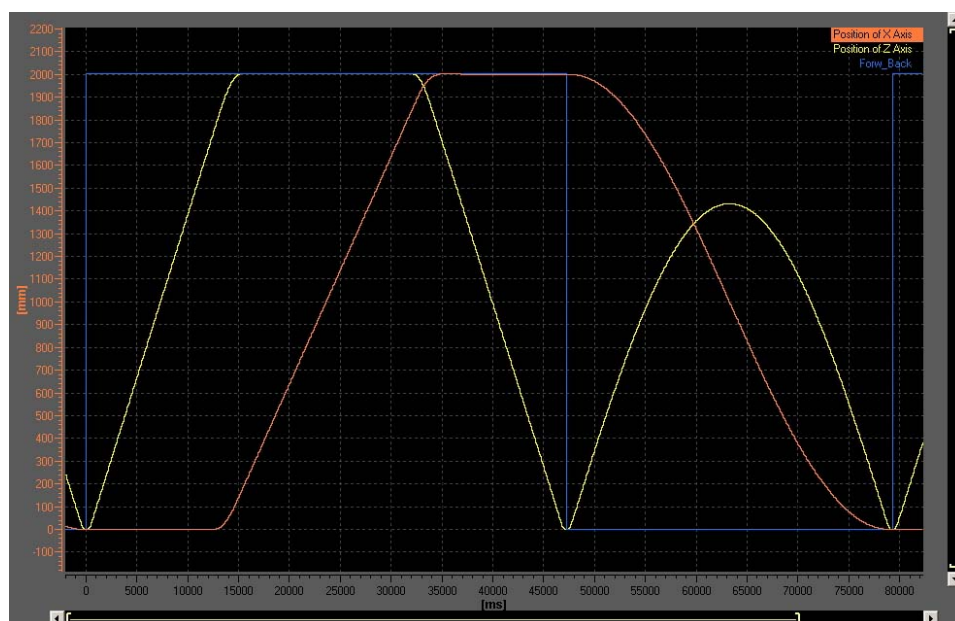


Figure 5-34 Résultat de l'exemple avec la fonction Trace

5.9 Création d'un axe à trajectoire synchrone

Pour illustrer la fonctionnalité du déplacement à trajectoires synchronisées, un axe à trajectoire synchrone est ajouté au projet. L'axe à trajectoire synchrone sert par exemple à pivoter des produits pendant le déplacement. L'axe à trajectoire synchrone doit faire pivoter le préhenseur de 90° entre les points **C** et **D**.

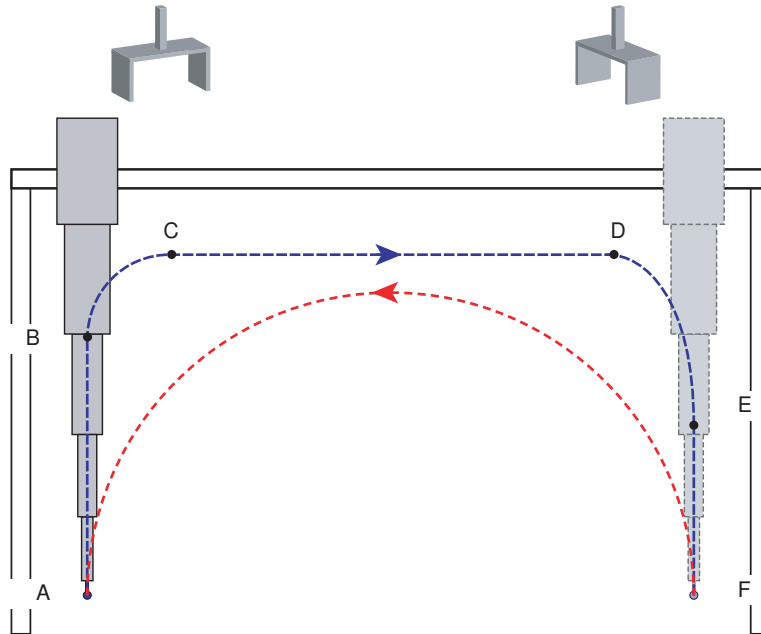


Figure 5-35 Axe à trajectoire synchrone

Création de l'axe

Introduisez un axe de positionnement nommé **Axis_Sync** dans le projet. Créez cet axe comme axe rotatif virtuel et non modulo. Veillez à ne pas utiliser la fonctionnalité de l'axe d'interpolation pour cet axe.

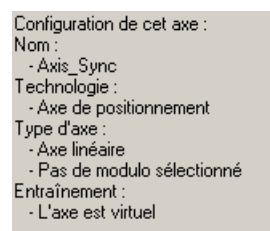


Figure 5-36 Création de l'axe "Axis_Sync"

Configuration de l'objet trajectoire

Sous **Connexions** de l'objet trajectoire, sélectionnez l'axe **Axis_Sync** en tant qu'**axe de positionnement pour déplacement à trajectoires synchronisées**.

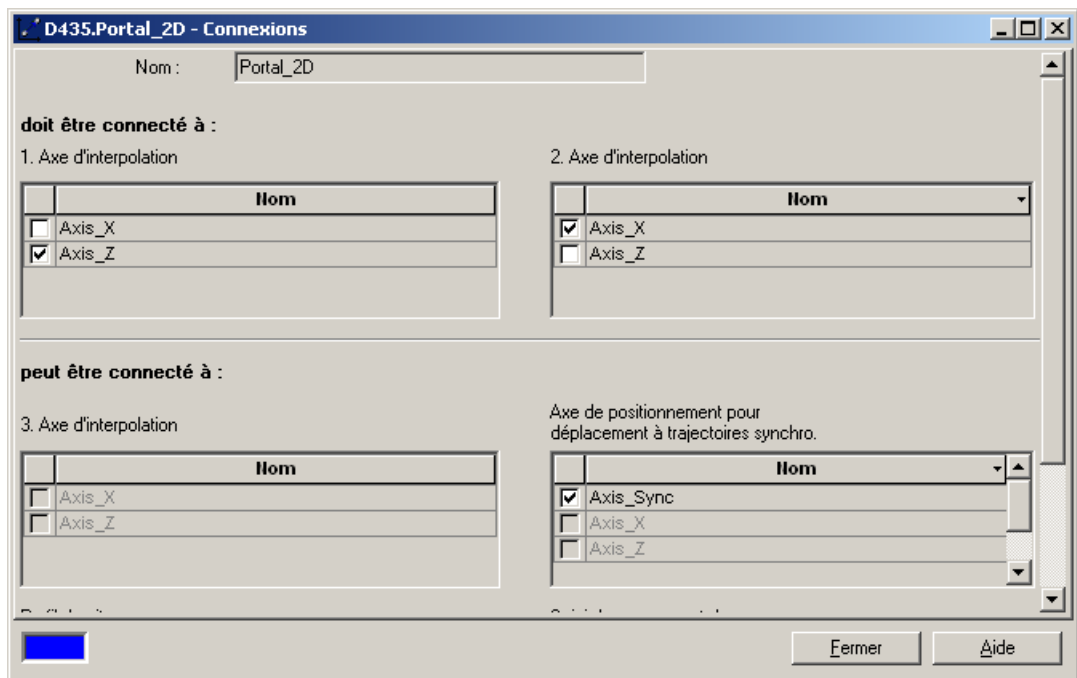


Figure 5-37 Connexion de l'axe "Axis_Sync"

Modification des diagrammes MCC

Modifiez le diagramme MCC de la manière suivant :

- Insérez les commandes **Activer le déblocage des axes** et **Référencer l'axe** pour l'axe **Axis_Sync** avant la boucle While, de manière analogue aux commandes destinées aux axes X et Z.
- Sur la trajectoire linéaire C-D, l'axe **Axis_Sync** doit pivoter de manière synchrone. Pour faire pivoter l'axe comme vous le souhaitez, ouvrez la commande de déplacement pour la trajectoire linéaire **C-D** et sélectionnez l'onglet **Axe synchrone**. Procédez aux réglages suivants dans cet onglet :

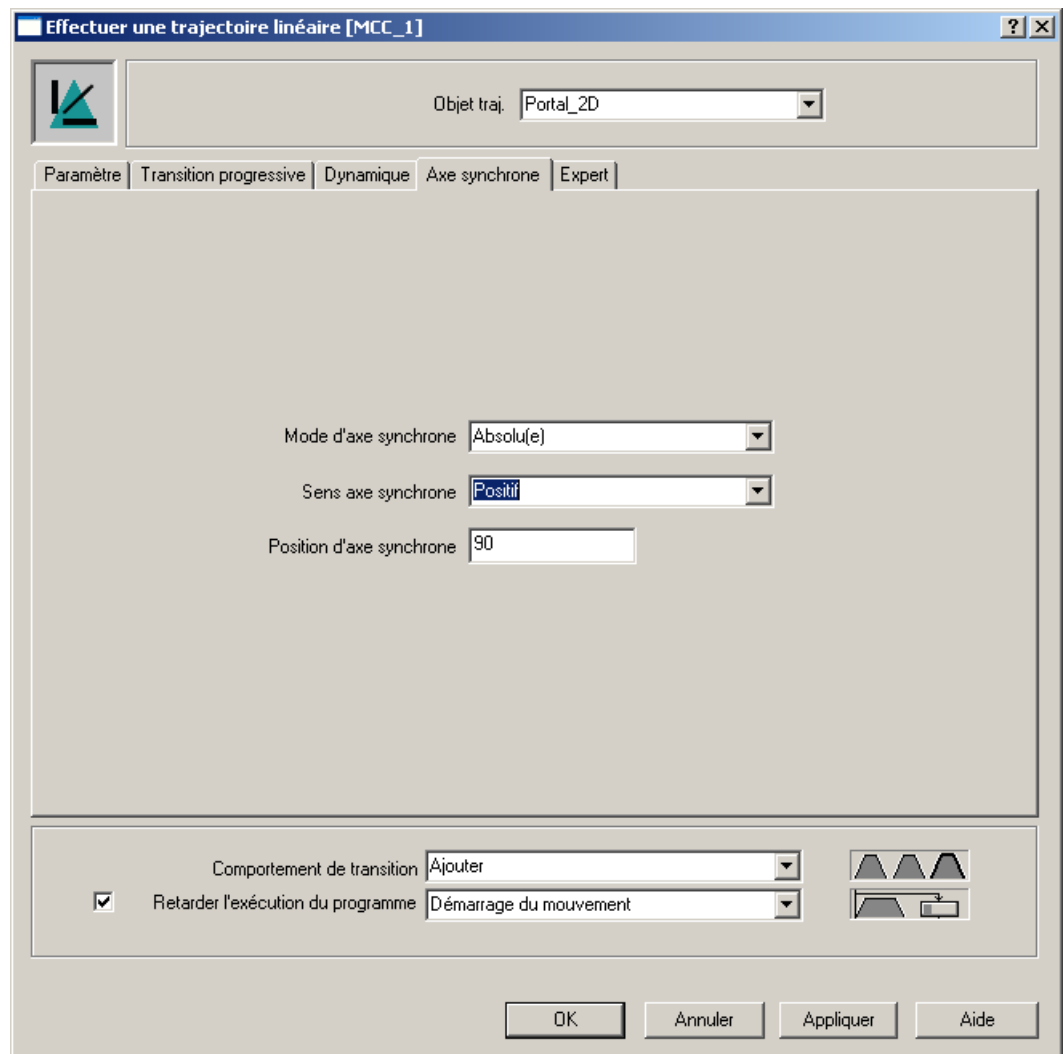


Figure 5-38 Rotation synchrone de l'axe "Axis_Sync"

- Sur la trajectoire circulaire **F-A**, l'axe **Axis_Sync** doit retourner à la position zéro de la rotation.

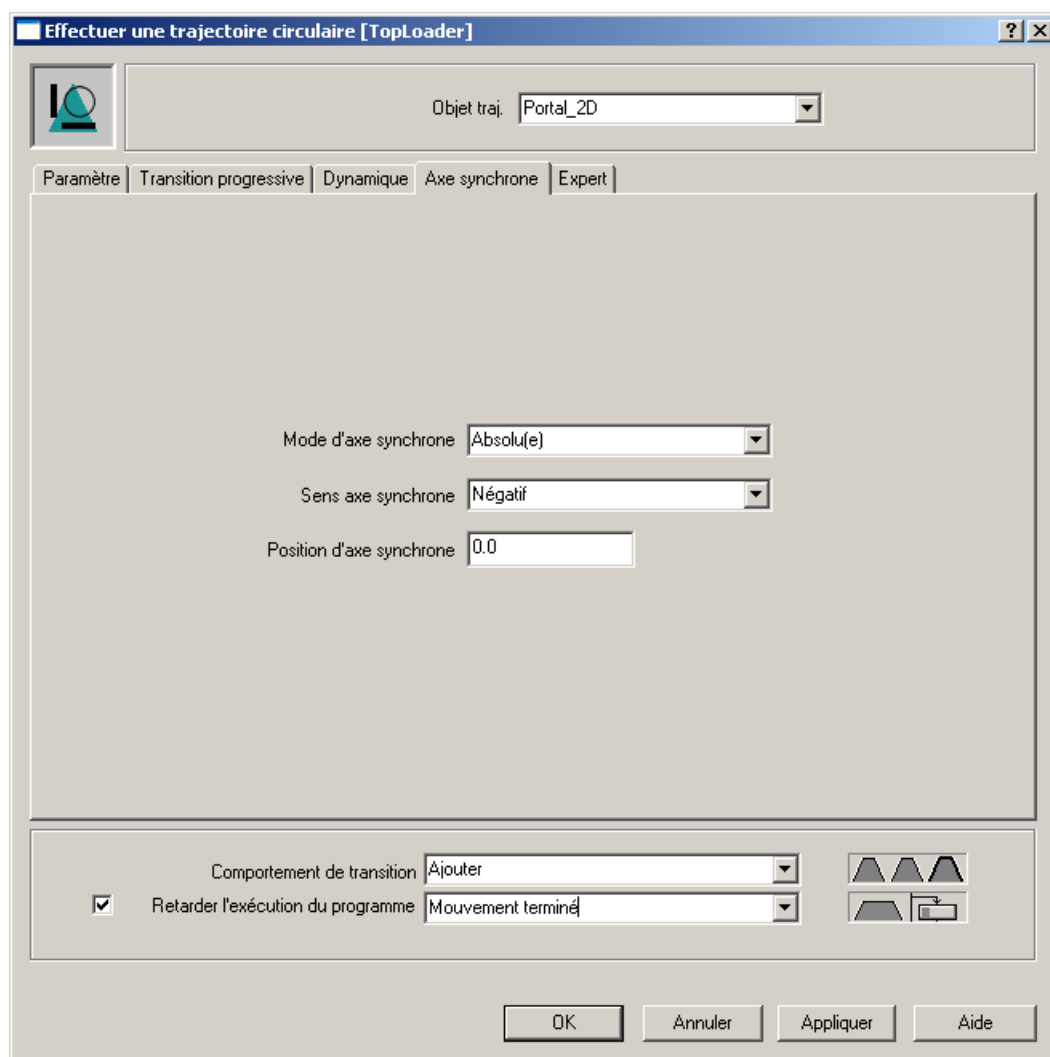


Figure 5-39 Retour de la trajectoire synchrone à la position zéro

Programmation / références de l'interpolation de trajectoire

6

6.1 Programmation

6.1.1 Programmation : vue d'ensemble

Vous trouverez ci-après des informations sur les commandes et les réactions d'alarme du package technologique Objet trajectoire. Pour plus d'informations, voir les listes de référence du package technologique.

Les fonctions de la bibliothèque standard "Toploading" basée sur le TO Objet trajectoire sont décrites dans la description des fonctions "Application Toploading".

6.1.2 Vue d'ensemble des commandes

6.1.2.1 Renseignement et conversion

Calcul de la longueur de trajectoire :

Les commandes suivantes calculent la longueur de trajectoire sans démarrer ni exécuter le déplacement avec interpolation.

Le point de départ et le point final doivent être spécifiés dans la commande.

- `_getLinearPathData()`
- `_getCircularPathData()`
- `_getPolynomialPathData()`

Analyse géométrique de la trajectoire :

Les commandes énumérées ci-dessous servent au calcul des données cartésiennes de la trajectoire, telles que la direction de la trajectoire ou la courbure de la trajectoire, au point de départ, au point final ou à un point prédéfini de la trajectoire, sans démarrer ni exécuter le déplacement avec interpolation.

Le point de la trajectoire est spécifié par le préréglage de la distance de longueur de trajectoire par rapport au point de départ.

Le point de départ à partir duquel les données de renseignement seront déterminées est également spécifié dans la commande, ainsi que la position par rapport à la longueur de trajectoire.

6.1 Programmation

- `_getLinearPathGeometricData()`
- `_getCircularPathGeometricData()`
- `_getPolynomialPathGeometricData()`

A partir de SIMOTION V4.2, la géométrie calculée est enregistrée dans une mémoire cache de géométrie et un `cacheID` est fourni comme valeur de retour. Pour les interrogations multiples du segment de trajectoire, qui varient uniquement pour le point interrogé, ce `cacheID` permet d'utiliser les données déjà calculées. Il en résulte une amélioration considérable des performances des fonctions d'information.

6.1.2.2 Commandes de conversion

- `_getPathCartesianPosition()`
Calcul des positions cartésiennes à partir des positions des axes.
- `_getPathAxesPosition()`
Calcul des positions des axes à partir des positions cartésiennes.
- `_getPathCartesianData()`
Calcul des données cartésiennes de position, de vitesse et d'accélération à partir des positions des axes, des vitesses des axes et des accélérations des axes.
- `_getPathAxesData()`
Calcul des positions des axes, des vitesses des axes et des accélérations des axes à partir des données cartésiennes de position, de vitesse et d'accélération.

6.1.2.3 Suivi des commandes

Les commandes suivantes permettent la surveillance de l'état de traitement et de déplacement actuel des commandes Motion. La sauvegarde permanente des états appartenant à une **CommandId** permet l'exploitation de la commande Motion sur l'ensemble de la durée de vie.

- `_getStateOfPathObjectCommand()`
- `_getMotionStateOfPathObjectCommand()`
- `_bufferPathObjectCommandId()`
- `_removeBufferedPathObjectCommandId()`

6.1.2.4 Déplacement

- **_movePathLinear()**
Interpolation de trajectoires linéaires (Page 27)
 - 2D dans un plan principal
 - 3D
- **_movePathCircular()**
Interpolation de trajectoires circulaires (Page 28)
 - 2D dans un plan principal avec rayon, point final et orientation
 - 2D dans un plan principal avec centre et angle
 - 2D avec un point intermédiaire et un point final
 - 3D avec un point intermédiaire et un point final
- **_movePathPolynomial()**
Interpolation de trajectoires polynomiales (Page 33)
 - 2D dans un plan principal
 - 3D
- **_stopPath()**
Arrêt du déplacement courant sans annulation.
- **_continuePath()**
Reprise d'un déplacement ayant été arrêté.
A partir de V4.2, les propriétés de déplacement peuvent être spécifiées pour la reprise du mouvement.

6.1.2.5 Traitement des objets et des alarmes

- **_cancelPathObjectCommand()**
Annulation d'une commande en attente ou active dans l'Ipo. La commande à annuler est spécifiée par sa CommandID dans le paramètre **commandToBeCancelled**.
- **_enablePathObjectSimulation()**
Commutation d'un objet trajectoire en mode simulation, les valeurs de trajectoire étant calculées, mais pas transmises à l'axe.
- **_disablePathObjectSimulation()**
Fin du mode simulation.
- **_resetPathObject()**
Réinitialisation de l'état de l'interpolateur de trajectoire. Les déplacements actifs sont arrêtés, les commandes sont annulées et les erreurs sont réinitialisées. Si cela est souhaité, les variables système sont réinitialisées à leurs valeurs par défaut et les données de configuration sont rechargées.
- **_resetPathObjectError()**
Réinitialisation de toutes les erreurs ou d'une erreur spécifique d'un objet trajectoire.
- **_getPathObjectErrorNumberState()**
Lecture de l'état d'une erreur spécifique.

6.1 Programmation

- **_getPathObjectErrorState()**
Indication de la présence et du nombre d'alarmes de l'objet trajectoire. De plus, des informations concernant ces erreurs sont affichées.
- **_resetPathObjectConfigDataBuffer()**
Réinitialisation de la mémoire tampon des données de configuration.
- **_getStateOfPathObjectMotionBuffer()**
Signalisation en retour de l'état de la file d'attente des commandes de l'objet trajectoire
- **_resetPathObjectMotionBuffer()**
Suppression de toutes les commandes présentes dans la file d'attente des commandes. L'alarme **030002 Commande annulée** est envoyée pour les commandes supprimées.

6.1.2.6 Coordonnées de l'objet

- **_enablePathObjectTrackingSuperimposed()**
Lancement du processus de synchronisation de l'objet trajectoire avec un OCS.
- **_getPathObjectBCSFromOCSDData()**
Calcul d'une position (x, y, z) dans le système de coordonnées de base de l'objet trajectoire à partir de la position dans le système de coordonnées de l'objet.
- **_getPathObjectOCSFromBCSDData()**
Calcul d'une position (x, y, z) dans le système de coordonnées de l'objet à partir de la position dans le système de coordonnées de base de l'objet trajectoire.
- **_redefinePathObjectOCS()**
Décalage du système de coordonnées de l'objet le long de l'axe x (sens de déplacement).
- **_setPathObjectOCS()**
Définition du décalage par translation et rotation du système de coordonnées de l'objet par rapport au système de coordonnées de base de l'objet trajectoire.

6.1.3 Traitement des commandes

6.1.3.1 Tampon de commandes

L'objet trajectoire dispose de trois tampons de commandes pour une commande chacun.

- Un tampon pour commandes de déplacement, à action relayante (**IMMEDIATELY**) ou séquentielle (**SEQUENTIAL**)
- Un tampon séparé pour Arrêter déplacement avec interpolation **_stopPath()** et Continuer déplacement avec interpolation **_continuePath()**
- Un tampon pour d'autres instructions, c.-à-d. des instructions à effet superposé

Commande	Fonction	Classement*)
_movePathLinear()	Démarrage du déplacement sur une trajectoire linéaire	4
_movePathCircular()	Démarrage du déplacement sur une trajectoire circulaire	4

Commande	Fonction	Classement*)
_movePathPolynomial()	Démarrage du déplacement sur une trajectoire polynomiale	4
_stopPath()	Arrêt du déplacement	1 pour arrêt sans annulation de la commande 4 pour arrêt avec annulation de la commande
_continuePath()	Reprise d'un mouvement	1
_getLinearPathData()	Longueur de la trajectoire linéaire	5
_getCircularPathData()	Longueur de la trajectoire circulaire	5
_getPolynomialPathData()	Longueur de la trajectoire polynomiale	5
_getPathCartesianPosition()	Axe par rapport à la trajectoire	5
_getPathAxesPosition()	Trajectoire par rapport à l'axe	5
_getPathCartesianData()	Axe par rapport à la trajectoire avec données dynamiques	5
_getPathAxesData()	Trajectoire par rapport à l'axe avec données dynamiques	5
_getLinearPathGeometricData()	Paramètres géométriques de la trajectoire linéaire	5
_getCircularPathGeometricData()	Paramètres géométriques de la trajectoire circulaire	5
_getPolynomialPathGeometricData()	Paramètres géométriques de la trajectoire polynomiale	5
_enablePathObjectSimulation()	Commutation de l'objet trajectoire en mode simulation	3
_disablePathObjectSimulation()	Fin du mode simulation de l'objet trajectoire	3
_resetPathObject()	Réinitialisation de l'objet trajectoire	5
_resetPathObjectError()	Réinitialisation de l'erreur	5
_getStateOfPathObjectCommand()	Lecture de l'état de la commande	5
_getMotionStateOfPathObjectCommand()	Lecture de la phase de déplacement d'une commande	5
_bufferPathObjectCommandId()	Sauvegarde de l'ID de commande	5
_removeBufferedPathObjectCommandId()	Arrêt de la sauvegarde	5
_getPathObjectErrorNumberState()	Lecture de l'état d'une erreur de l'objet trajectoire	5
_getPathObjectErrorState()	Lecture de l'état et du nombre d'erreurs présentes sur l'objet trajectoire	5
_resetPathObjectConfigDataBuffer()	Suppression des données de configuration collectées dans le tampon depuis la dernière activation	5
_getStateOfPathObjectMotionBuffer()	Signalisation en retour de l'état de la file d'attente des commandes de l'objet trajectoire	5
_resetPathObjectMotionBuffer()	Suppression de toutes les commandes présentes dans la file d'attente des commandes.	5

6.1 Programmation

Commande	Fonction	Classement*)
_enablePathObjectTrackingSuperimposed()	Lancement du processus de synchronisation de l'objet trajectoire avec l'OCS	3
_getPathObjectBCSFromOCSDData()	Calcul d'une position dans le BCS à partir d'une position dans l'OCS	5
_getPathObjectOCSFromBCSData()	Calcul d'une position dans l'OCS à partir d'une position dans le BCS	5
_redefinePathObjectOCS()	Décalage de l'OCS le long de l'axe X	3
_setPathObjectOCS()	Définition du décalage de l'OCS par rapport au BCS	3
_cancelPathObjectCommand()	Annulation d'une commande en attente ou active dans l'Ipo.	1

*) Légende :

- 1 Tampon pour commandes Stop - Continue
- 2 Non utilisé
- 3 Tampon pour commandes superposées
- 4 Tampon pour commandes séquentielles
- 5 Pas de classement dans les tampons de commandes (les commandes peuvent être traitées en parallèle)

6.1.3.2 Comportement de substitution

Le comportement lors de l'insertion de commandes est défini dans le paramètre de commande **mergeMode**.

- Substitution de la commande d'interpolation actuelle (**mergeMode:=IMMEDIATELY**)
- Ecrasement des commandes se trouvant dans le tampon (**mergeMode:=NEXT_MOTION**)
L'exécution est effectuée à la fin du traitement de la commande d'interpolation actuelle.
- Ajout aux commandes se trouvant déjà dans le tampon (**mergeMode:=SEQUENTIAL**)
Lorsque le tampon est plein, il est possible d'attendre la libération d'une entrée ou de continuer le traitement de la commande sans temps d'attente.

Le décodage de la commande est effectué dans le contexte de tâche, c.-à-d. dans le niveau d'exécution de la tâche utilisateur ayant envoyé la commande (avant l'inscription dans le tampon des commandes).

Les réglages et l'action du mergeMode sont identiques au TO Axe.

6.1.4 Interactions de l'objet trajectoire avec l'axe

6.1.4.1 Comportement de substitution

Le paramètre **mergeMode** au niveau de la commande de déplacement de l'objet trajectoire permet de configurer le comportement par rapport à d'autres mouvements au niveau de l'axe.

Avec le réglage **en relayant**, tous les mouvements d'axe affectés et actifs sont interrompus (en fonction du réglage de la donnée de configuration **transferSuperimposedPosition**).

- Lors de la substitution d'un déplacement avec interpolation par une autre commande de déplacement sur trajectoire, une transition immédiate est effectuée sur la trajectoire à parcourir du point de substitution au nouveau point final.
- Lors de la substitution d'une trajectoire par une commande de déplacement telle que **_move...()**, les autres axes impliqués dans le déplacement avec interpolation, et le cas échéant l'axe de positionnement pour déplacement à trajectoires synchronisées, s'arrêtent avec les valeurs dynamiques maximales.
L'action des autres comportements à la substitution de commande est identique au synchronisme.
En cas de présence simultanée de plusieurs commandes de déplacement au sein d'un cycle d'interpolation au niveau de l'objet respectif, soit un sur l'objet synchronisme, un autre sur l'objet trajectoire et un dernier sur l'axe :
 - Lorsque **mergeMode=SEQUENTIAL/NEXT_MOTION**, la commande de synchronisme/trajectoire est exécutée.
 - Lorsque **mergeMode=IMMEDIATELY**, la commande est exécutée sur l'axe.
- La commande **_stop()** d'un axe impliqué dans un déplacement avec interpolation ou impliqué par le biais d'un déplacement à trajectoires synchronisées n'interrompt pas le déplacement avec interpolation au niveau de l'objet trajectoire et n'est donc pas effective (c'est le même comportement que dans le cas du déplacement synchrone au niveau du TO Synchronisme).
_stop() interrompt uniquement les mouvements initiés au niveau de l'axe.
La commande **_stopEmergency()** agit également sur les mouvements initiés au niveau du TO Synchronisme et du TO Objet trajectoire.
- Les superpositions ne peuvent pas être effectuées au niveau de l'objet trajectoire, mais uniquement au niveau de l'axe (mouvement d'axe ou synchronisme).
- Lorsqu'un axe de positionnement pour déplacement à trajectoires synchronisées du groupe de trajectoires est substitué par une commande d'axe sur cet axe, la réaction est la même sur la trajectoire que lors de la substitution d'un axe d'interpolation.
- L'axe d'interpolation et l'axe de positionnement pour déplacement à trajectoires synchronisées ont un comportement identique.

Avec les autres réglages, le déplacement avec interpolation démarre à la fin de tous les mouvements d'axe précédents ou après un déplacement avec interpolation actif.

6.1.4.2 Ordre de prise d'effet

Les objets technologiques sont traités dans l'ordre Objet trajectoire - Objet synchronisme - Objet axe. Lorsque plusieurs commandes de déplacement sont présentes en même temps au niveau de plusieurs objets technologiques connectés à un axe avec le même comportement

6.1 Programmation

de substitution, celles-ci prennent effet en fonction de l'ordre de traitement et du réglage du paramètre **mergeMode** :

- Avec le réglage **mergeMode:=IMMEDIATELY**, la commande de déplacement prend effet au niveau de l'axe (dernière commande traitée).
- Avec le réglage **mergeMode:=SEQUENTIAL/NEXT_MOTION**, la commande de déplacement prend effet au niveau de l'objet trajectoire (première commande prenant effet).

6.1.4.3 Interaction avec l'axe

Si le mouvement d'un axe est arrêté suite à sa réaction d'alarme locale ou que la connexion de l'objet trajectoire à l'axe devient non valide, le déplacement avec interpolation est interrompu, les autres axes sont également amenés à la vitesse 0,0 avec les valeurs dynamiques maximales et une alarme technologique est émise.

Si le parcours restant est inférieur à la distance de freinage, la nouvelle position de destination est dépassée, puis un retour est effectué à la position de destination (inversion du mouvement). Les autres axes sont amenés à la vitesse 0,0 avec leurs valeurs dynamiques maximales. Cependant, les axes ne retournent pas au point d'interruption. La trajectoire n'est alors plus respectée en fonction des conditions marginales (axes impliqués, valeurs dynamiques).

Voir la Description fonctionnelle **Objets technologiques Motion Control Axe électrique/hydraulique, Capteur externe**, "Limitations dynamiques".

6.1.4.4 Interaction avec d'autres déplacements avec interpolation

Si un axe d'interpolation est connecté à plusieurs objets trajectoire et qu'un déplacement avec interpolation au niveau d'un axe d'interpolation se substitue à un autre déplacement avec interpolation au niveau d'un autre objet trajectoire, les autres axes d'interpolation sont amenés à la vitesse 0,0 avec les valeurs dynamiques maximales et une alarme technologique est émise.

6.2 Réaction d'alarme locale

Les réactions d'alarme locales sont indiquées via le système.

Les réactions suivantes sont possibles :

- **NONE** : aucune réaction
- **DECODE_STOP** : annulation du traitement de la commande, le déplacement actuel et la commande inscrite dans le tampon restent actifs.
- **END_OF_MOTION_STOP** : interruption à la fin de la commande provoquant l'erreur, arrêt du déplacement sur la trajectoire.
- **MOTION_STOP** : arrêt contrôlé du mouvement sur la trajectoire avec les valeurs programmées pour la dynamique de la trajectoire. La poursuite est possible par le biais d'un acquittement de l'erreur.
- **MOTION_EMERGENCY_STOP** : arrêt contrôlé du mouvement avec les valeurs dynamiques de trajectoire / valeurs limites maximales de l'axe. La poursuite est possible par le biais d'un acquittement de l'erreur.
- **MOTION_EMERGENCY_ABORT** : arrêt contrôlé du mouvement sur la trajectoire avec les valeurs dynamiques de trajectoire maximales. Les commandes actives dans l'interpolateur de trajectoire sont annulées, la lecture d'autres commandes est empêchée et elle n'est possible qu'après un acquittement de l'erreur. Les commandes actives (IPO) sont signalées en retour au programme utilisateur avec l'indicatif d'erreur.
- **DISABLE_MOTION** : arrêt du mouvement sur les axes d'interpolation et sur l'axe de positionnement pour déplacement à trajectoires synchronisées. La partie du déplacement avec interpolation est réalisée par un arrêt avec les valeurs dynamiques maximales de l'axe, suivi d'une annulation de la partie du déplacement avec interpolation. Le groupe de trajectoires est ainsi dissocié. Les commandes actives dans l'interpolateur de trajectoire sont annulées, la lecture d'autres commandes est empêchée et elle n'est possible qu'après un acquittement de l'erreur.

Annexe A

A.1 Cinématique spécifique avec Trafold 1001

Type de cinématique

La cinématique avec l'ID de transformation 1001 peut être utilisée. Toutefois, elle ne peut être sélectionnée qu'à partir de la liste pour experts en y saisissant l'ID correspondant.

La cinématique 1001 est une cinématique 2D (X-Y)

Les types d'axe suivants peuvent être utilisés :

- Axe A1 (axe X) : axe rotatif ou linéaire sans fonction modulo
- Axe A2 (axe Y) : axe rotatif sans fonction modulo

Représentation de la cinématique

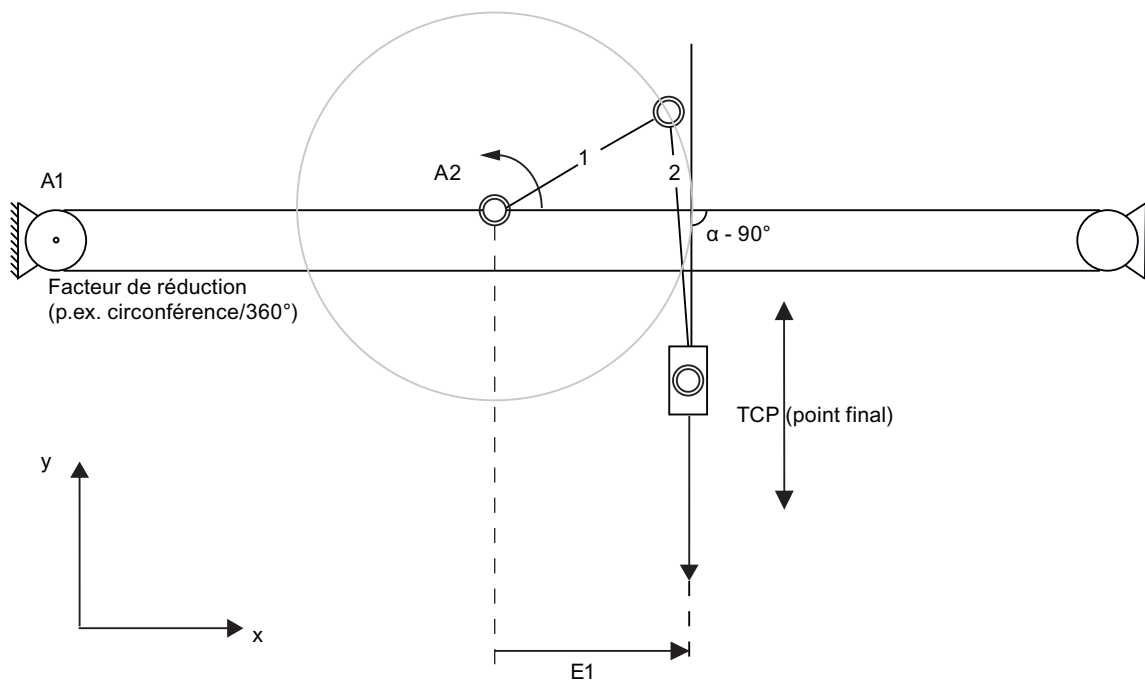


Figure A-1 Représentation de la cinématique

Paramétrages de l'objet trajectoire

Kinematics.typeOfKinematics = SPECIFIC (6)

Kinematics.specTrafold = 1001

Tableau A-1 Paramètres de cinématique

Paramètre	Utilisation	Unité	Type	Min.	Max.
Kinematics.parameter[1]	basicOffsetX	p.ex. mm	LREAL	-1E+012	1E+012
Kinematics.parameter[2]	basicOffsetY	p.ex. mm	LREAL	-1E+012	1E+012
Kinematics.parameter[3]	réservé				
Kinematics.parameter[4]	ratioA1	p.ex. mm/°	LREAL	-1E+012	1E+012
Kinematics.parameter[5]	length1	p.ex. mm	LREAL	0	1E+012
Kinematics.parameter[6]	length2	p.ex. mm	LREAL	0	1E+012
Kinematics.parameter[7]	distanceE1	p.ex. mm	LREAL	-1E+012	1E+012
Kinematics.parameter[8]	verticalPosition2 lower (vers le bas)/ upper (vers le haut)	0: vers le bas, ≠0: vers le haut	LREAL	-1E+012	1E+012
Kinematics.parameter[9]	offsetA2	p.ex.	LREAL	-1E+012	1E+012

Référence de la cinématique

La position du TCP/point final dépend de l'orientation (voir chapitre **Plage de déplacement**) de la barre 2. Si elle est orientée **vers le bas** (comme sur la figure Référence de la cinématique), la position du TCP/point final peut être déterminée de la manière suivante pour la position neutre de la cinématique :

$$X_{(\text{point final inf.})} = 0.0 - \text{basicOffsetX}$$

$$Y_{(\text{point final inf.})} = -\sqrt{(\text{length2})^2 - (\text{length1} - \text{distanceE1})^2} - \text{basicOffsetY}$$

Lorsque l'orientation est sélectionnée **vers le haut** :

$$X_{(\text{point final sup.})} = 0.0 - \text{basicOffsetX}$$

$$Y_{(\text{point final sup.})} = \sqrt{(\text{length2})^2 - (\text{length1} - \text{distanceE1})^2} - \text{basicOffsetY}$$

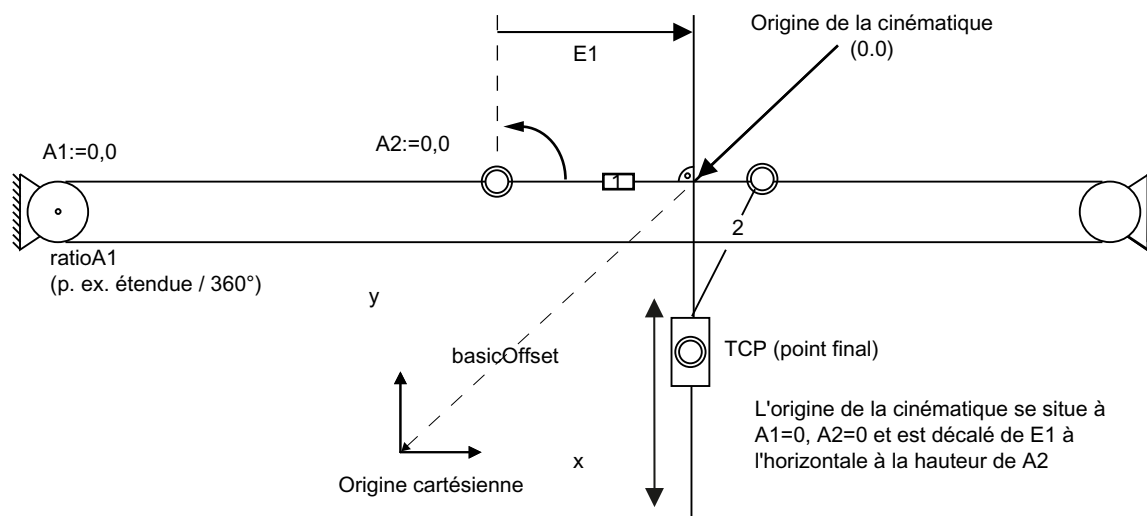


Figure A-2 Référence de la cinématique

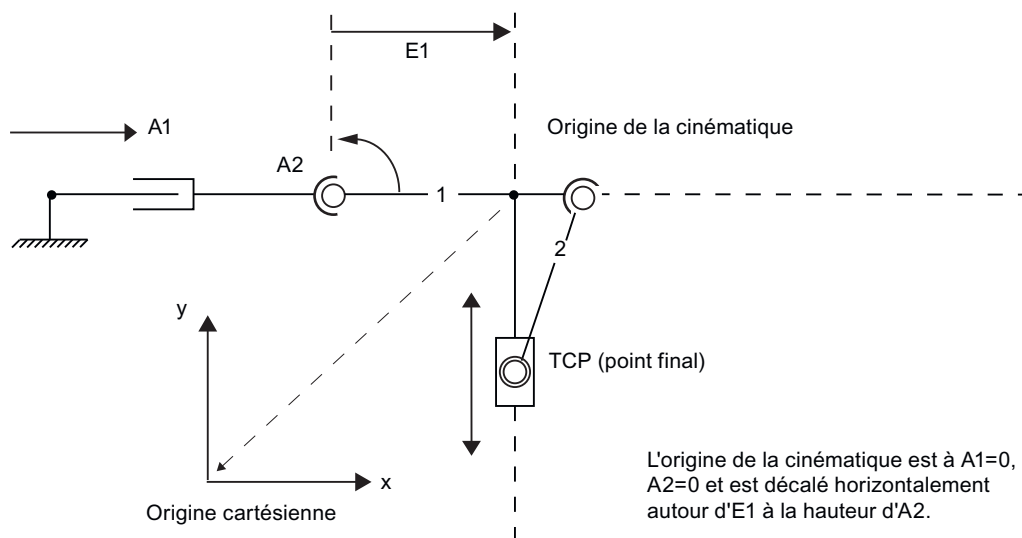


Figure A-3 Représentation schématique de la cinématique 1001

Transformation dans la direction X

La transformation dans la direction X est utilisable pour les axes linéaires et rotatifs (entraînement de la bande, de la broche, etc.).

$$\text{BCS.x.position} = (\text{position de l'axe A1} * \text{paramètre}[4]) - \text{paramètre}[1]$$

$$\text{BCS.x.position} = (\text{position de l'axe A1} * \text{ratioA1}) - \text{basicOffsetX}$$

Transformation dans la direction Y

A l'intérieur de la plage de déplacement de la cinématique, la transformation (MCS -> BCS) de l'objet trajectoire fournit des valeurs cartésiennes valides. Lorsque l'axe se situe à l'extérieur de cette plage, la valeur affichée est 0,0.

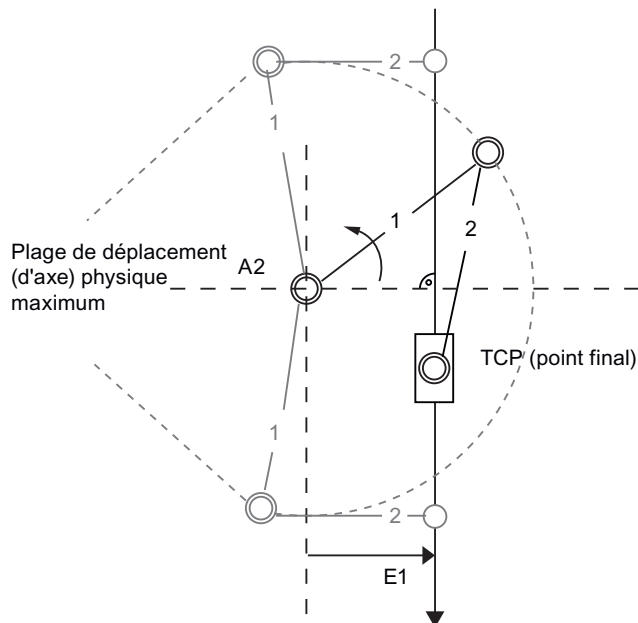


Figure A-4 Plage de déplacement physique

Plage de déplacement

La plage de déplacement est déterminée par l'orientation (position) de la plage de poussée. Celle-ci peut être déterminée par `Kinematics.parameter[8]`.

Kinematics.parameter[8] ≠ 0,0 (1,0 par exemple)

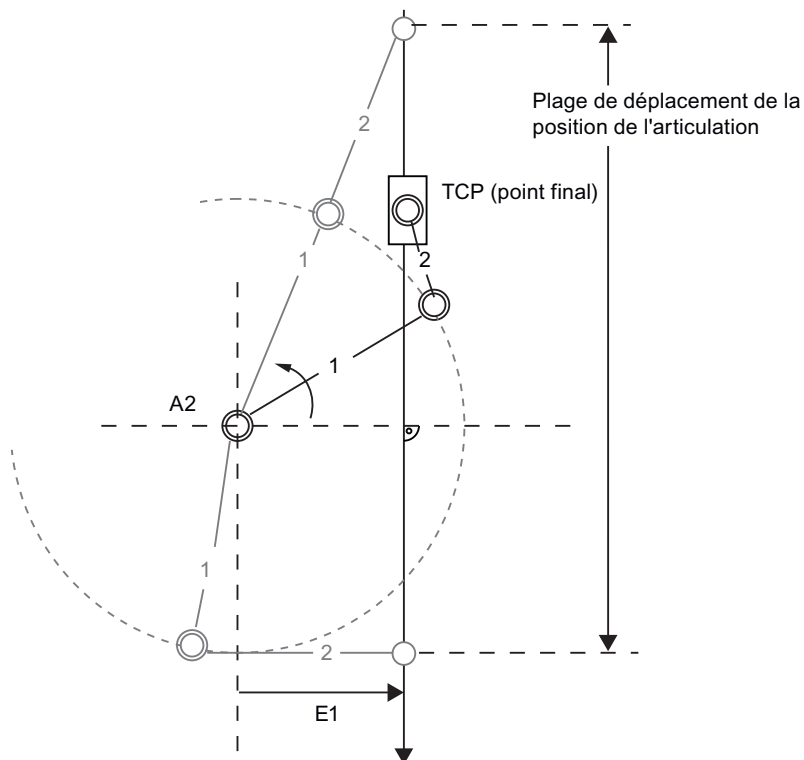


Figure A-5 Plage de déplacement pour l'orientation vers le haut

Orientation vers le bas

Kinematics.parameter[8] = 0,0

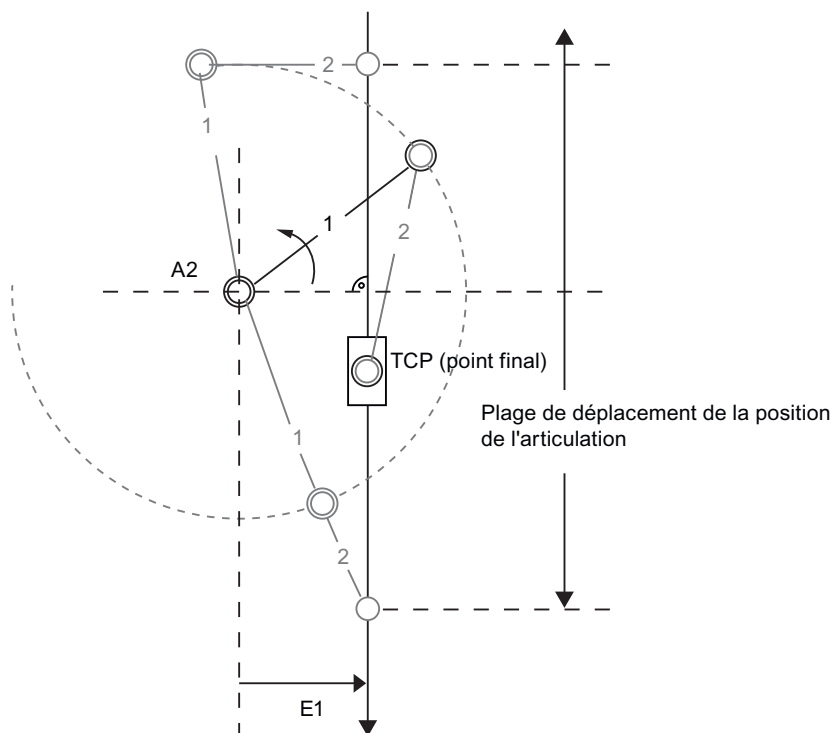


Figure A-6 Plage de déplacement pour l'orientation vers le bas

Index

Objet trajectoire
Limitations, 128

A

Adaptation de la cinématique, 16, 60
Transformation, 60
Axe de positionnement
pour déplacement à trajectoires synchronisées,
13
Axe d'interpolation, 13
Classement, 20
Erreur, 56
Axes
pour l'interpolation de trajectoire, 118
Axes cartésiens, 16
Axes d'interpolation
Création, 140

B

Bande, 16, 101
BCS, 15
Bibliographie, 3
Bras articulé 2D, 85
Bras articulé 3D, 86
Bras orientable 2D, 90

C

CAM_EXT, 20
Cinématique, 16
Bras articulé 2D, 85
Bras articulé 3D, 86
Bras orientable 2D, 90
Conversion, 64
Fonction utilisateur, 99
Fonction utilisateur 2D, 99
Fonction utilisateur 3D, 99
Portail 2D/3D, 71
Préhenseur à rouleaux 2D, 72
Préhenseur à rouleaux 3D, 74
Préhenseur delta 2D, 76
Préhenseur delta 3D, 79

Robot cylindrique 3D, 93
SCARA, 81
Vue d'ensemble, 67
Commande de trajectoire, 15
Commandes de déplacement sur trajectoire
Analyse géométrique de la trajectoire, 171
Calcul de la longueur de trajectoire, 171
Commandes de conversion, 172
Déplacement, 173
Suivi des commandes, 172
Système de coordonnées de l'objet, 174
Traitement des objets et des alarmes, 173
Trajectoire circulaire, 28
Trajectoire circulaire définie par centre, angle, 31
Trajectoire circulaire définie par point
intermédiaire, point final, 32
Trajectoire circulaire définie par rayon, point final,
orientation, 29
Trajectoire linéaire, 27
Trajectoire polynomiale, 33
Trajectoire polynomiale définie par spécification
des données du point de départ, 35
Trajectoire polynomiale définie par spécification
directe, 35
Trajectoire polynomiale par Ajouter en continu,
37
Commandes de trajectoire
Comportement de substitution, 176
Commandes d'interpolation de trajectoire, 26
Configuration
Objet trajectoire, 125
Connexions
Objet trajectoire, 129

D

Décalage de l'axe d'interpolation, 65
Décalage d'origine, 65
Déplacement à trajectoires synchronisées, 17
Dynamique, 58
Emission de la longueur de trajectoire, 59
Emission des coordonnées, 59
Fonctionnalité, 57
Spécification, 57
Transition progressive, 58
Déplacement avec interpolation, 15
Affichage, 54
Arrêt, 44
Reprise, 44

- Surveillance, 54
- Dynamique de trajectoire, 39
 - Limitations, 41
 - Spécification par le biais de paramètres de commande, 39
 - Spécification par le biais d'un profil de came, 40

E

- Erreur Axe d'interpolation, 56
- Étalonner, 134
- Exemple
 - Interpolation de trajectoire (vue d'ensemble), 137

F

- Fin du déplacement
 - Arrêt, 47
 - Transition progressive avec adaptation de la dynamique, 47
 - Transition progressive sans adaptation de la dynamique, 48
 - Vue d'ensemble, 46
- Fonction utilisateur, 99
- Fonction utilisateur 2D, 99
- Fonction utilisateur 3D, 99
- Frame de transformation, 16

G

- Groupe d'interpolations de trajectoire, 15

I

- Interface de l'axe de positionnement, 114
- Interface de l'axe d'interpolation, 15, 114
- Interface de trajectoire, 16
- Interface MotionOut.x/y/z, 114
- Interface trackingIn, 17
- Interpolation de trajectoire, 13, 15
 - Fonctionnalité, 19
 - Objets, 19
 - Projet d'exemple, 137
 - Réactions d'alarme locales, 179

L

- Limitations
 - Objet trajectoire, 128

- Limites de la plage de déplacement
 - des axes d'interpolation et de positionnement, 55

M

- Mode de simulation, 115
- Modes d'interpolation
 - Interpolation de trajectoire, 25

O

- Objet trajectoire, 13, 15
 - Configuration, 125
 - Connexions, 129
 - Création, 142
 - Dynamique, 121
 - étalonner, 134
 - Paramétrage, 121
 - Systèmes de coordonnées objet, 101, 121
 - Valeurs par défaut, 121
 - Variables système, 61
- Objets
 - Interpolation de trajectoire, 19
- OCS, 101
 - Arrêt, 109
 - Commandes de déplacement sur trajectoire, 174
 - Exemple d'application, 109
 - suiveur, 17
- Offset cinématique, 66
- Origine cartésienne, 61
- Origine de la cinématique, 61
 - Décalage, 66

P

- PATH, 20
- Pilotage de bande transporteuse, 101
- Pitch, 16
- Plan principal, 22
- Point final de la cinématique, 61
- Points de référence, 61
- Portail 2D/3D, 71
- Portails cartésiens 2D/3D, 71
- Position de référence de l'OCS, 17
- Préhenseur à rouleaux 2D, 72
- Préhenseur à rouleaux 3D, 74
- Préhenseur delta 2D, 76
- Préhenseur delta 3D, 79
- Projet d'exemple
 - Création des axes, 140
 - Création d'un objet trajectoire, 142

- Définition de la cinématique, 143
- Définition des valeurs par défaut, 145
- Package technologique, 139
- Programmation des segments de trajectoire, 147
- Propriétés modulo, 23

R

- Réaction d'alarme locale
 - Interpolation de trajectoire, 179
- Robot cylindrique 3D, 93
- Roll, 16
- Rotation, 16

S

- SCARA, 81
- Sélectionner un package technologique, 139
- Séquence de déplacements, 16, 101
- Surveillance, 54
- Système de coordonnées cartésiennes, 22
- Système de coordonnées de base, 15
- Système de coordonnées de l'objet (OCS), 17
- Système de coordonnées objet, 101
- Système orthogonal direct, 22

T

- Tableau de commande de trajectoire, 15
- TO Objet trajectoire, 13
- trackingInPosition, 16
- Trajectoire circulaire, 17
- Trajectoire linéaire, 17
- Trajectoire polynomiale, 17
- Transformation cinématique, 16, 60
- Transition progressive
 - avec adaptation de la dynamique, 47
 - Déplacement à trajectoires synchronisées, 58
 - sans adaptation de la dynamique, 48
- Translation, 16

U

- Unités
 - Interpolation de trajectoire, 24

V

- Valeur de référence de séquence de déplacements, 16

- Valeur de référence de suivi de déplacement, 102
- Valeurs par défaut, 145
 - Objet trajectoire, 121
- Variables système, 61
- Volumes de positionnement de l'articulation, 64

Y

- Yaw, 16

