

Guide à l'utilisation d'Autodesk Fusion 360
Élaboré pour le groupe de robotique SciMaTic

Version 1.0.0 : Dernière actualisation le 20 juillet 2024
Réalisé par Loïk É. Mallat

Le présent guide est distribué sous la **GNU Affero General Public License (AGPLv3)**.
Toute modification ou redistribution doit se faire sous cette même license et avec crédit à l'auteur et en maintenant les droits d'auteurs originaux.

PRÉFACE	3
PREMIÈRE UTILISATION DE FUSION	5
Configuration du logiciel	5
Rappel : opérations de base	5
NOTIONS DE BASE	6
Esquisses (<i>sketchs</i>)	6
Options de la palette d'esquisse	6
Les formes d'esquisse	6
Lignes et plans de construction	6
Projections d'esquisse	7
OUTILS FRÉQUEMMENT UTILISÉS	8
Outils de design : sketch	8
Contraintes	8
Outils de design : solides	9
Solide à partir de sketch	9
Trous et pas de vis	9
Patterns et séquences	9
LIENS ET MOUVEMENT	10
Assemblages	10
Types de liaisons	10
FABRICATION ASSISTÉE PAR ORDINATEUR (CAM)	11
La fenêtre de fabrication	11
Configuration des outils de fabrication	11
Outils de fabrication : imprimante 3D	12
Outils de fabrication : fraiseuse	12
Outils de fabrication à 2 dimensions	12
ANNEXE	13
GitHub	13
RÉFÉRENCES	15

Préface

Bienvenue dans ce guide d'utilisation d'Autodesk Fusion 360, spécialement conçu pour l'équipe de robotique SciMaTic pour la saison CRC TakTik 2025. Nous avons créé ce manuel dans le but de vous accompagner dans la réalisation de vos modèles CAD et de vous permettre de tirer le meilleur parti de cet outil puissant et polyvalent.

Fusion 360 n'est pas seulement un outil de modélisation 3D; c'est une plateforme intégrée qui offre des fonctionnalités de conception, d'ingénierie, de simulation ainsi que de fabrication. Ces outils variés et complets vous permettront de gérer chaque étape de votre projet de robotique avec une efficacité optimale.

Les outils de conception de Fusion 360 permettent de créer des modèles 3D détaillés et précis. Vous pouvez utiliser des esquisses pour définir des formes de base, puis les extruder, les révolutionner ou les couper pour créer des objets complexes. La conception paramétrique vous donne la possibilité de modifier facilement les dimensions et les relations entre les différentes parties de votre modèle, ce qui est particulièrement utile pour les itérations rapides et les ajustements.

Fusion 360 propose également des fonctionnalités d'ingénierie robustes. Vous pouvez analyser les contraintes et les déformations pour assurer que vos modèles sont non seulement esthétiquement réussis mais aussi structurellement solides. Les outils de simulation statique et dynamique vous permettent de tester virtuellement votre conception sous diverses conditions de charge, vous évitant ainsi de nombreux prototypes physiques coûteux et chronophages.

Les capacités de simulation de Fusion 360 ne s'arrêtent pas à l'analyse de contraintes. Vous pouvez également simuler des flux de fluides, des transferts thermiques et d'autres phénomènes physiques. Ces fonctionnalités sont cruciales pour optimiser la performance de vos modèles dans des conditions réelles, garantissant ainsi une fiabilité et une efficacité accrues de vos conceptions.

Enfin, les outils de fabrication de Fusion 360 sont conçus pour transformer vos modèles numériques en produits réels. Vous pouvez générer des parcours d'outils pour l'usinage CNC, préparer des modèles pour l'impression 3D, et même créer des plans détaillés pour l'assemblage manuel. Les fonctionnalités de FAO (fabrication assistée par ordinateur) intégrées permettent de rationaliser le processus de production, réduisant les erreurs et améliorant la précision.

En plus de ces outils techniques, Fusion 360 offre des fonctionnalités de collaboration et de gestion de projet. Vous pourrez travailler en équipe sur un même projet, partager des fichiers en temps réel et suivre les modifications apportées par chaque membre de l'équipe. Cela facilite la coordination et assure que tout le monde est sur la même longueur d'onde.

En résumé, Autodesk Fusion 360 est un outil complet qui couvre toutes les étapes de la conception à la fabrication. Bien que nous n'utilisions pas tous les outils mis à notre disposition, ce guide vous aidera à exploiter au meilleur de vos capacités les fonctions les plus importantes, vous permettant de créer des modèles de haute qualité, fiables et performants. Bon travail et bonne saison CRC TakTik 2025 à toute l'équipe SciMaTic !

- Loïk

Première utilisation de Fusion

Configuration du logiciel






Avant d'utiliser Fusion 360 et Fusion Teams, il est important que les logiciels de tous soient configurés en accordance. Assurez-vous de suivre les étapes suivantes avant de commencer à utiliser Fusion pour le projet de robotique.

Premièrement, assurez-vous de toujours utiliser les millimètres (mm) comme unité par défaut lorsque vous travaillez sur un fichier du dossier « Robot ». Pour les fichiers du dossier « Kiosque », l'unité par défaut est le pouce (in).

Deuxièmement, afin de rendre la lecture de ce guide plus facile, je vous recommande de changer la langue par défaut de votre logiciel pour l'anglais. Certains noms de fonctions peuvent changer entre les différentes versions, rendant la traduction et l'apprentissage du logiciel un peu plus difficile.

Finalement, assurez-vous d'utiliser le *design history* dans tous les fichiers que vous ouvrez. Si l'option n'est pas encore activée, vous pouvez le faire à l'aide du bouton paramètre au bas de la page. ⚙

Rappel : opérations de base¹

	Join	Combine le corps qui va être créé à l'intersection avec le corps existant
	Cut	Découpe le corps existant à l'intersection avec le corps qui va être créé
	Intersect	Crée un nouveau corps à l'intersection du corps qui va être créé et du corps déjà existant
	New body	Crée un nouveau corps dans la composante active et sélectionnée
	New component	Crée un nouveau corps dans une nouvelle composante (externe ² ou interne ³ opt.)

¹ Les trois premières opérations de base peuvent être comparées au modificateur *boolean* du logiciel Blender. Elles permettent d'exécuter une multitude d'opérations dans la zone de jonction de deux corps.

² Une composante interne se situe dans la composante déjà sélectionnée.

³ Une composante externe vous permet de la déplacer dans le parent que vous souhaitez avant même sa création.

Notions de base

Esquisses (*sketches*)

Dans Fusion, vous pouvez utiliser les outils d'esquisse pour créer les profils d'esquisse qui déterminent la forme des corps solides, planaires et *T-Spline* dans votre conception. Les esquisses constituent la géométrie sous-jacente qui prend en charge la création de corps dans votre conception.



Create sketch

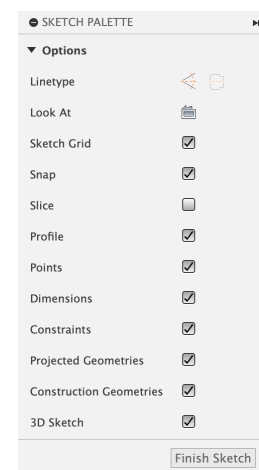
Crée une nouvelle esquisse sur le plan de construction sélectionné

Options de la palette d'esquisse

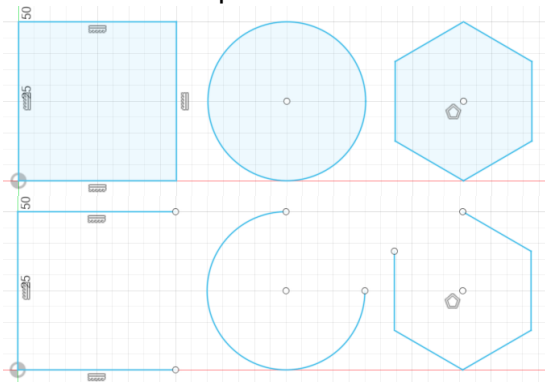
Une fois une esquisse créée dans votre *design*, la palette d'esquisse apparaîtra à droite de votre écran. Vous pourrez configurer dans cette dernière tous les paramètres du sketch tout au long de votre édition.

Le premier bouton qui s'offre à vous est le bouton de construction. Ce dernier permet de créer des lignes qui ne sont pas prises en compte dans la géométrie finale mais plutôt dans votre édition de géométrie.

Pour le reste des options, veuillez-vous référer à la section *Normes et standards de conception* à la fin de ce document.



Les formes d'esquisse



Les formes représentées avec un intérieur bleu sont considérées comme « fermées ». Elles peuvent être extrudées et on peut y appliquer les différents outils de solides.

Les formes représentées avec un intérieur blanc sont considérées comme « ouvertes ». Il faut donc leur apporter modification avant de pouvoir les utiliser.



Lignes et plans de construction

Lors de la réalisation d'un sketch, deux outils très utiles s'offrent à vous : les lignes et plans de construction.

La ligne de construction, caractérisée par son apparence orange et pointillée n'est pas considérée comme une géométrie. Elle sert plutôt à appliquer des contraintes et agir comme référence. Si une forme fermée est créée à partir de lignes de construction, elle n'apparaîtra pas en bleu et ne pourra être extrudée.

Le plan de construction agit de manière relativement similaire. Toutefois, lorsqu'une forme fermée est créée, elle apparaîtra en bleu et pourra être extrudée où agir comme référence pour les outils de solides.

Il est à noter qu'une ligne ou forme existante peut être convertie en ligne ou plan de construction à partir de la palette d'esquisse. Pour cela, il suffit de sélectionner la forme ou les lignes de *sketch*, et d'appuyer sur le bouton correspondant sur la fenêtre de droite.


	Construction line	Crée une géométrie de construction à partir d'une ligne (nouvelle ou existante)
		Construction plane

Projections d'esquisse

La projection d'esquisse est une technique puissante dans Fusion 360 qui permet de transférer des éléments géométriques d'un plan ou d'un objet à un autre. Cela est particulièrement utile lorsque vous souhaitez créer des esquisses basées sur des géométries existantes.

Une projection d'esquisse consiste à copier des éléments géométriques (points, lignes, arcs, etc.) d'une esquisse ou d'un corps existant vers une nouvelle esquisse sur un plan différent. Cela permet de créer des relations géométriques précises et cohérentes entre différentes parties de votre conception.

Pour créer une projection, créez une nouvelle esquisse ou modifiez une esquisse déjà existante. C'est sur cette esquisse que la projection va se retrouver. Dans la barre de tâches, appuyez sur *Create*, puis *Project/Include*, et *Project (P)*. Vous pourrez par la suite sélectionner une géométrie déjà existante. La projection de cette dernière se retrouvera alors comme forme d'esquisse dans l'esquisse présentement ouverte.










	Project (P)	Projette la géométrie située en dehors de l'esquisse active sur le plan d'esquisse
---	--------------------	--

La projection d'esquisse est fortement recommandée lors de la réalisation du robot afin de s'assurer d'avoir les dimensions et géométries les plus exactes possibles.








Outils fréquemment utilisés

Outils de design : sketch

Notez que d'autres outils s'offrent à vous dans le logiciel. Toutefois, ceux listés ci-dessous sont ceux qui seront les plus utilisés lors de la saison robotique 2025.

	Line (maj + L)	Crée une ligne droite à partir de deux points spécifiés ou d'un angle + une longueur
	Two point rectangle	Crée un rectangle à partir de deux points spécifiés ou d'une largeur + une hauteur
	Center rectangle	Crée un rectangle à partir d'un point central spécifié + un point extérieur (ou l. + l.)
	Center diameter circle	Crée un cercle à partir d'un point milieu et d'un point extérieur ou d'un diamètre
	Three point circle	Crée un cercle à partir de deux points extérieurs et d'un troisième point (similaire au cercle tangent)
	Circumscribed polygon	Crée un polygone ayant pour distance entre le centre et un côté la valeur entrée
	Inscribed polygon	Crée un polygone ayant pour distance entre le centre et un sommet la valeur entrée
	Center to center slot	Crée un <i>slot</i> (fente) avec 3 points : les deux points les plus éloignés ainsi qu'un point de largeur
	Point	Crée un point dans l'esquisse active. Le point créé est considéré comme une géométrie de construction

Contraintes

	Horizontal/Vertical	Contraint deux lignes ou points à s'aligner sur l'axe vertical ou horizontal, dépendamment de la position
	Coincident	Contraint la position de deux points ou un point et une ligne ensemble, peu importe leur déplacement
	Tangent	Contraint une courbure et un autre objet afin qu'il se touche en un seul point sans jamais se croiser
	Equal	Contraint plusieurs objets à toujours garder les mêmes dimensions entre eux
	Parallel	Contraint deux lignes à s'étendre dans la même direction sans jamais se croiser
	Perpendicular	Contraint deux objets afin être perpendiculaires (90°) peu importe leur position
	Fix/Unfix	Verrouille la position ainsi que la taille d'un objet ou d'un point



Midpoint

Contraint un point ou un objet à se tenir au point milieu d'un autre



Symmetry

Contraint deux objets ou plus à être parfaitement symétriques en taille et position selon un axe donné

Outils de design : solides

Notez que d'autres outils s'offrent à vous dans le logiciel et les *add-ins* que vous pourriez télécharger à tout moment. Toutefois, ceux listés ci-dessous sont ceux qui seront les plus utilisés lors de la saison 2025.

- 🔗 Note: certains outils font partie d'extensions Fusion360. L'accès à ces extensions peut demander un téléchargement supplémentaire ou un achat avant utilisation.

Solide à partir de sketch



Extrude

Ajoute de la profondeur à un sketch ou une face existante



Revolve

Tourne un sketch ou un plan autour d'un axe pour créer un corps symétrique



Loft

Crée une transition graduelle entre deux faces, sketches ou plan



Emboss

Agrandit ou surélève un profile ou sketch en relation avec le corps sélectionné (en profondeur et direction)



Snap fit

Crée un *feature* de snap fit à l'aide d'un *cantilever* entre deux corps



Lip

Crée un joint entre deux corps de façon à les faire verrouiller ensemble en une seule position

Trous et pas de vis



Hole

Crée un trou de base dans le corps sélectionné. Les paramètres peuvent être modifiés pour fileter le trou



Thread

Crée un pas de vis interne ou externe sur le corps cylindrique sélectionné⁴




Patterns et séquences



Rectangular pattern


Crée une séquence rectangulaire à partir d'un corps, *feature* ou *sketch object*. Peut avoir 2 dimensions

⁴ L'option « modéliser le pas de vis » (*model thread in 3D*) doit être sélectionné pour que le pas de vis apparaisse à l'exportation STL.

	Circular pattern	Crée une séquence circulaire à partir d'un corps, <i>feature</i> ou <i>sketch objet</i> . Tourne autour d'un point
	Pattern on path	Crée une séquence le long d'un chemin tracé dans un <i>sketch</i> ou une arête d'un corps
	Geometric pattern ⁵	Crée une séquence en 3 dimensions à partir d'un corps ou <i>feature</i> . Peut être contraint et modifié







Liens et mouvement

Assemblages

	Joint	Crée un joint entre deux composants qui ne sont pas encore positionnées en relation l'une à l'autre
---	-------	---

Remarque : pour animer une liaison, recherchez-la dans le dossier Liaisons du navigateur, cliquez avec le bouton droit de la souris, puis choisissez Animer une liaison pour animer la liaison sans l'influence d'autres relations entre les composants. Cliquez sur Animer des relations de liaison pour animer la liaison en appliquant toutes les relations entre les composants.

Types de liaisons

	Rigid	Verrouille complètement les deux composants l'une à l'autre
	Revolution	Pivote un composant autour de l'origine d'une liaison (axe de rotation spécifique)
	Slider	Glisse un composant le long d'un axe unique spécifié (appartenant au composant #2)
	Cylindrical	Glisse et pivote un composant le long d'un axe unique spécifié (appartenant au composant #2)
	Sliding pivot	Glisse et pivote un composant le long de deux axes différents
	Ball	Pivote un composant autour des trois axes d'un système Gimbal

Il est possible de configurer des **limites de mouvement de la liaison** une fois dans l'onglet *Mouvement*. Vous pouvez définir une limite sur un mouvement spécifique à l'aide d'un minimum et d'un maximum, ainsi qu'une position de repos.

⁵ Les *patterns géométriques* peuvent être difficiles à maîtriser et utiliser correctement. Je recommande de vous tenir au séquences rectangulaires, circulaires ou sur un chemin.

Fabrication assistée par ordinateur (CAM)

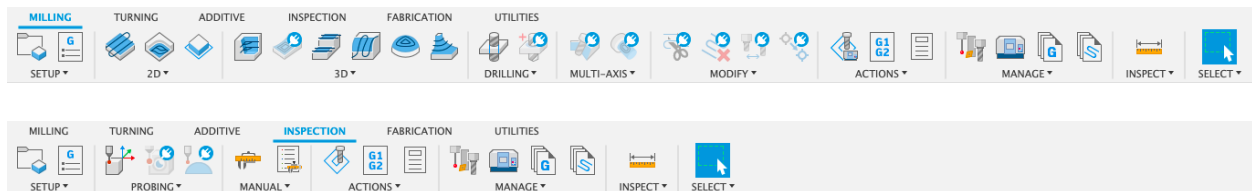
La fenêtre de fabrication

Fusion360 et les autres outils Autodesk offrent des options de fabrication et simulation assistée par ordinateur incroyablement puissants. Ces outils peuvent être utilisés pour une fabrication additive (ex : Impression 3D FFF, SLA, SLS) mais également soustractive (ex : fraisage, découpe laser, etc.).



Pour accéder aux outils de fabrication dans Fusion 360, changez de fenêtre à l'aide du menu d'outils. Sélectionnez « Manufacture ».


Une fois dans la fenêtre de fabrication, une toute nouvelle barre de tâche s'offre à vous. Elle contient plusieurs options distinctes : *Milling*, *Turning*, *Additive*, *Inspection*, *Fabrication* et *Utilities*. Dans le contexte de la robotique CRC, nous utiliserons principalement *Milling* et *Inspection*.

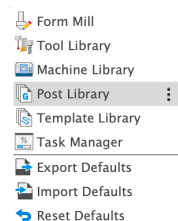


Configuration des outils de fabrication


La création de programmes de fabrication dans Fusion requiert l'installation et la configuration d'un post-processeur de programme. Ce dernier est utilisé pour convertir les tâches présentes dans Fusion en G-Code et fichier *.tap* compatible avec le logiciel de la machine (ici, une CNC).

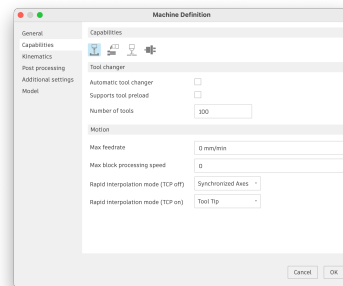
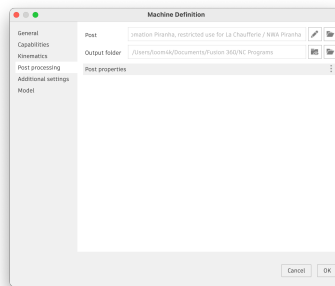
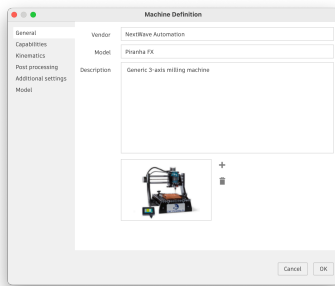
Pour installer le post-processeur de la machine, rendez-vous dans la fenêtre de fabrication puis dans l'onglet *Utilities*. De là, sélectionnez *Manage* puis *Post Library*.

Une fois dans l'onglet, cliquez sur le bouton *Import*  puis importez le fichier de post que vous avez téléchargé (le fichier est sur le GitHub, disponible en annexe).



Vous pourrez maintenant exporter des tâches de fabrication avec le post-processeur que vous venez d'installer. Pour rendre le processus plus rapide, nous allons créer une nouvelle machine. Cette dernière contiendra tous les paramètres et pourra être réutilisée à chaque exportation.

Rendez-vous dans la page *Machine Library* du même menu précédent, puis utilisez le bouton *Create new* . Sélectionnez par la suite *Milling*. Configurez la machine comme ci :



Une fois la machine configurée, vous serez en mesure de la sélectionner lors de l'export de vos tâches de fabrications. De cette manière, tous les paramètres seront importés directement.

Outils de fabrication : imprimante 3D



3D Printing

Exporte un fichier STL ou 3MF prêt à l'importation dans le slicer d'une imprimante 3D

Notez que la fabrication par impression 3D ne requiert pas de post-processeurs ou *add-ins* précis. Aucune pré-configuration n'est requise. Toute opération se fait dans le slicer de l'imprimante.

Outils de fabrication : fraiseuse

Notez que d'autres outils s'offrent à vous dans le logiciel et les *add-ins* que vous pourriez télécharger à tout moment. Toutefois, ceux listés ci-dessous sont ceux qui seront les plus utilisés lors de la saison 2025.

- Note: certains outils font partie d'extensions Fusion360. Elles peuvent demander un téléchargement ou encore un achat d'extension pour être en mesure de les utiliser.

Outils de fabrication à 2 dimensions



2D Pocket



Face



2D Contour



Slot

Crée une poche en 2 dimensions dans un corps existant à partir d'un contour ou d'une face
Retire rapidement le brut de la surface supérieure de la pièce, dégage les zones planes
Usine le profil d'une pièce à partir d'arêtes, des esquisses ou d'une face d'un solide, op. de finition
Crée une rainure à partir d'une esquisse ou d'arêtes, sert à dégager un canal avant l'usinage d'une limite

Annexe

GitHub

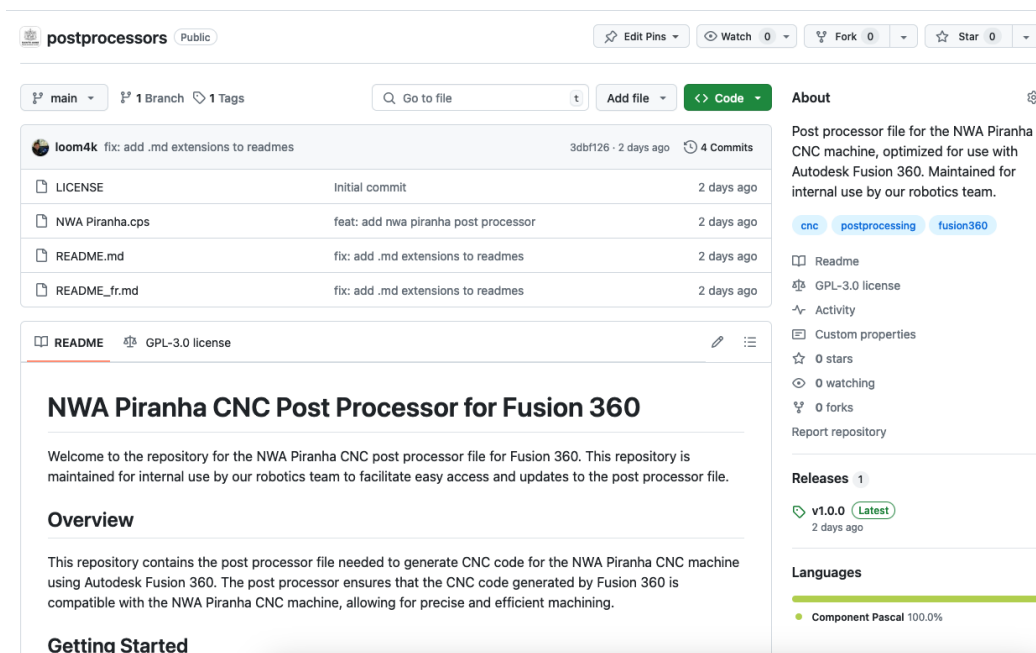
Le groupe GitHub est un endroit où vous pouvez trouver une multitude de fichiers, projets, ainsi que des références des années de compétition passées. Le guide que vous lisez présentement est d'ailleurs présent sur le GitHub.

GitHub fonctionne par projets (ou *repositories*). Ce sont des dossiers distincts contenant tous les fichiers du projet ainsi que de la documentation.

Pour tirer des fichiers de l'organisation GitHub, rendez-vous sur <https://github.com/robotique-sainteanne> puis choisissez le *repository* que vous souhaitez visionner. Prenons ici en exemple le repo des post-processeurs :



Quand vous cliquez sur le repo, une nouvelle page s'affichera, vous y trouverez toutes les informations dont vous aurez besoin pour faire bonne utilisation des fichiers qui se trouvent dans le projet.



Notez que chaque projet à un fichier README.md ainsi qu'un fichier README_fr.md. L'organisation est ainsi en raison des conventions d'écriture de code et d'organisation des repo. Pour lire la documentation en français, ouvrez simplement README_fr.md.

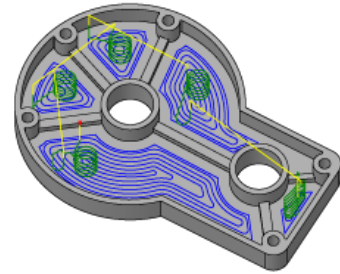
Il est à noter que tous les *repositories* partagés dans l'organisation GitHub de Robotique Sainte-Anne SciMaTic se trouve sous la GNU Affero General Public License (AGPLv3). La redistribution du code présent doit donc se faire sous cette même license avec crédit à l'auteur et en gardant les droits d'auteurs originaux.

Sentez-vous libre de vous créer un compte GitHub et de contribuer au code publié dans l'organisation sous la forme de *pull requests*. Je n'entrerai pas dans les détails sur le fonctionnement de git, mais si vous voulez en savoir plus, laissez le moi savoir et j'écirai un guide à ce sujet.

Outils de fabrication

Fraiseuse : 2D Pocket

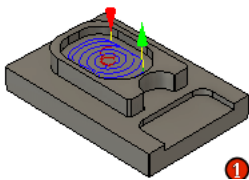
L'option **2D Pocket** correspond à une opération d'ébauche avec des options permettant de créer une passe de finition. Vous pouvez dégager une empreinte, une poche ouverte ou la zone autour d'un bossage. La trajectoire d'outil suivra la forme de la limite en cours d'usinage. Vous pouvez sélectionner la zone d'usinage à partir des arêtes, des esquisses ou d'une face de solide. Des options concernant les parois de dépouille et les positions d'entrée de pré-perçage sont incluses.



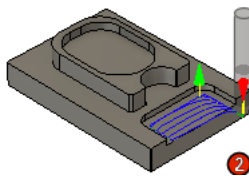
PARAMÈTRES DE L'ONGLET GÉOMÉTRIE

Géométrie : Sélectionnez des faces, des arêtes ou des esquisses. Vous pouvez retirer du brut de l'intérieur d'une poche ou de l'extérieur d'un bossage vertical.

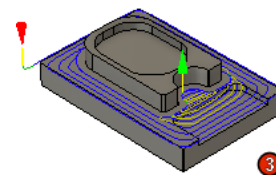
Usinage d'une poche fermée



Usinage d'une poche ouverte



Usinage d'un bossage vertical



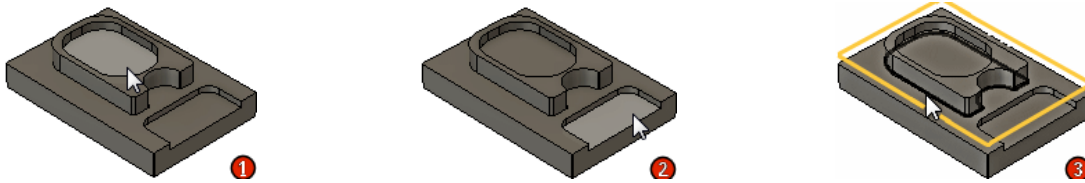
Sélection de poche : Sélectionnez des faces, des arêtes ou des esquisses. Utilisez la sélection d'arête pour les zones qui comprennent des perçages ou pour les poches qui contiennent d'autres poches.

Sél. d'une poche fermée

Sél. d'une poche ouverte

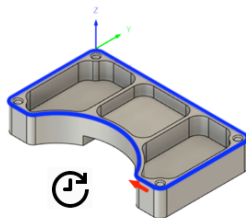
Sél. d'un bossage vertical

⁶ Une majeure partie de cette section est tirée directement de la documentation d'Autodesk sur Fusion 360 et Autodesk Inventor. Je ne prendrai aucun crédit pour ce qui est écrit dans les pages suivantes. Il est à noter que toute la documentation se trouve sous license entièrement ouverte à but éducatif. L'information est toutefois traitée et seulement l'essentiel est indiqué plus bas.

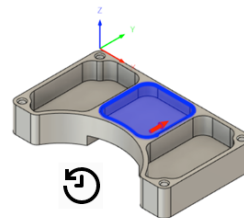


Flèches de contour : Les flèches pointent dans le sens horaire pour les sélections de contours extérieurs et dans le sens trigonométrique pour les sélections de contours intérieurs, afin de conserver une coupe avalante. Vous pouvez cliquer sur une flèche pour changer la direction de coupe.

Flèche pointant dans le sens horaire



Flèche pointant dans le sens trigonométrique



Reprise de matière restante : Limite l'opération au simple enlèvement de matière qu'un outil précédent ou qu'une opération antérieure n'est pas parvenu(e) à réaliser.

Diamètre d'outil : Indique le diamètre de l'outil de reprise de matière restante.

Rayon de coin : Indique le rayon de coin de l'outil de reprise de matière restante.

Orientation de l'outil : Spécifie le mode d'orientation de l'outil à l'aide d'une combinaison d'options d'origine et d'orientation du trièdre.

Le menu déroulant **Orientation** propose les options suivantes pour définir l'orientation des axes X, Y et Z du trièdre :

- **Régler orientation du WCS :** utilise le système de coordonnées de la pièce de travail (WCS) de la configuration actuelle pour l'orientation de l'outil.
- **Orientation du modèle :** utilise le repère de la pièce active pour l'orientation de l'outil.
- **Sélectionner Z axe/plan et axe X :** permet de sélectionner une face ou une arête pour définir l'axe Z et une autre face ou arête pour définir l'axe X. Les axes X et Z peuvent tous deux être inversés de 180 degrés.

- **Sélectionner Z axe/plan et axe Y** : permet de sélectionner une face ou une arête pour définir l'axe Z et une autre face ou arête pour définir l'axe Y. Les axes Z et Y peuvent tous deux être inversés de 180 degrés.
- **Sélectionner les axes X et Y** : permet de sélectionner une face ou une arête pour définir l'axe X et une autre face ou arête pour définir l'axe Y. Les axes X et Y peuvent tous deux être inversés de 180 degrés.
- **Sélectionner le système d'axes** : définit une orientation d'outil spécifique pour cette opération à partir d'un système de coordonnées utilisateur dans le modèle. Cette option utilise à la fois l'origine et l'orientation du système de coordonnées existant. *Choisissez-la si votre modèle ne contient pas de point ni de plan approprié pour votre opération.*

Le menu déroulant **Origine** propose les options suivantes pour localiser l'origine du trièdre :

- **Régler origine du WCS** : utilise l'origine du repère de la configuration actuelle pour l'orientation de l'outil.
- **Origine du modèle** : utilise l'origine du système d'axes de travail de la pièce active pour définir l'origine de l'outil.
- **Sélectionner le point** : permet de sélectionner un sommet ou une arête comme origine du trièdre.
- **Point de cube de brut** : permet de sélectionner un point sur le cube capable du brut pour définir l'origine du trièdre.
- **Coin du modèle** : permet de sélectionner un point sur le cube capable du modèle pour définir l'origine du trièdre.

PARAMÈTRES DE L'ONGLET HAUTEUR

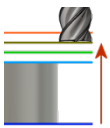


Hauteur de sécurité : La hauteur de sécurité correspond à la première hauteur que l'outil atteint sur son chemin en direction du début de la trajectoire d'outil.

- **Hauteur de rétraction** : décalage incrémentiel par rapport à la *hauteur de rétraction*.
- **Hauteur de travail** : décalage incrémentiel par rapport à la *hauteur de travail*.
- **Hauteur de la partie supérieure** : décalage incrémentiel par rapport à la *hauteur sur le dessus*.
- **Profondeur d'usinage** : décalage incrémentiel par rapport à la *profondeur d'usinage*.
- **Haut du modèle** : décalage incrémentiel par rapport au *haut du modèle*.
- **Bas du modèle** : décalage incrémentiel par rapport au *bas du modèle*.
- **Dessus du brut** : décalage incrémentiel par rapport au *dessus du brut*.

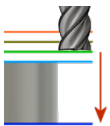
- **Bas du brut** : décalage incrémentiel par rapport au *bas du brut*.
- **Contour(s) sélectionné(s)** : décalage incrémentiel à partir d'un *contour* sélectionné sur le modèle.
- **Sélection** : décalage incrémentiel par rapport à un *point (sommet)*, une *arête* ou une *face* sélectionnée dans le modèle.
- **Origine (absolue)** : décalage absolu par rapport à l'*origine* définie soit dans la *configuration*, soit dans l'*orientation de l'outil* dans le cadre de l'opération en cours.

Décalage de hauteur de dégagement : Le paramètre **Décalage de hauteur de dégagement** est appliqué. Il est défini par rapport à la hauteur de dégagement sélectionnée dans la liste déroulante ci-dessus.



Hauteur de rétraction : La hauteur de rétraction spécifie la hauteur qu'atteint l'outil avant la passe de coupe suivante. Elle doit être définie sur une valeur supérieure à celle des paramètres Hauteur d'avance et Haut.

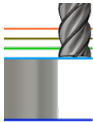
- **Hauteur de dégagement** : décalage incrémentiel par rapport à la *hauteur de dégagement*.
- **Hauteur supérieure** : décalage incrémentiel par rapport à la *hauteur supérieure*.
- **Profondeur d'usinage** : décalage incrémentiel par rapport à la *profondeur d'usinage*.
- **Haut du modèle** : décalage incrémentiel par rapport au *haut du modèle*.
- **Bas du modèle** : décalage incrémentiel par rapport au *bas du modèle*.
- **Dessus du brut** : décalage incrémentiel par rapport au-*dessus du brut*.
- **Bas du brut** : décalage incrémentiel par rapport au *bas du brut*.
- **Contour(s) sélectionné(s)** : décalage incrémentiel à partir d'un *contour* sélectionné sur le modèle.
- **Sélection** : décalage incrémentiel par rapport à un *point (sommet)*, une *arête* ou une *face* sélectionnée dans le modèle.
- **Origine (absolue)** : décalage absolu par rapport à l'*origine* définie soit dans la *configuration*, soit dans l'*orientation de l'outil* dans le cadre de l'opération en cours.



Hauteur d'avance : La hauteur d'avance définit la hauteur jusqu'à laquelle l'outil accélère avant de passer à la vitesse d'avance/de plongée pour pénétrer la pièce. Elle doit être supérieure à la valeur du paramètre *Haut*.

- **Hauteur de dégagement** : décalage incrémentiel par rapport à la *hauteur de dégagement*.

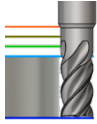
- **Hauteur de rétraction** : décalage incrémentiel par rapport à la *hauteur de rétraction*.
- **Désactivée** : la désactivation de l'option *Hauteur d'avance* pousse l'outil à accélérer jusqu'à l'entrée.
- **Hauteur de la partie supérieure** : décalage incrémentiel par rapport à la *hauteur sur le dessus*.
- **Profondeur d'usinage** : décalage incrémentiel par rapport à la *profondeur d'usinage*.
- **Haut du modèle** : décalage incrémentiel par rapport au *haut du modèle*.
- **Bas du modèle** : décalage incrémentiel par rapport au *bas du modèle*.
- **Dessus du brut** : décalage incrémentiel par rapport au-*dessus du brut*.
- **Bas du brut** : décalage incrémentiel par rapport au *bas du brut*.
- **Contour(s) sélectionné(s)** : décalage incrémentiel à partir d'un *contour* sélectionné sur le modèle.
- **Sélection** : décalage incrémentiel par rapport à un *point (sommet)*, une *arête* ou une *face* sélectionnée dans le modèle.
- **Origine (absolue)** : décalage absolu par rapport à l'*origine* définie soit dans la *configuration*, soit dans l'*orientation de l'outil* dans le cadre de l'opération en cours.



Hauteur d'avance : La hauteur supérieure définit la hauteur qui décrit le haut de la coupe. Elle doit être définie sur une valeur supérieure à celle du paramètre *Bas*.

- **Hauteur de dégagement** : décalage incrémentiel par rapport à la *hauteur de dégagement*.
- **Hauteur de rétraction** : décalage incrémentiel par rapport à la *hauteur de rétraction*.
- **Hauteur de travail** : décalage incrémentiel par rapport à la *hauteur de travail*.
- **Profondeur d'usinage** : décalage incrémentiel par rapport à la *profondeur d'usinage*.
- **Haut du modèle** : décalage incrémentiel par rapport au *haut du modèle*.
- **Bas du modèle** : décalage incrémentiel par rapport au *bas du modèle*.
- **Dessus du brut** : décalage incrémentiel par rapport au-*dessus du brut*.
- **Bas du brut** : décalage incrémentiel par rapport au *bas du brut*.
- **Contour(s) sélectionné(s)** : décalage incrémentiel à partir d'un *contour* sélectionné sur le modèle.
- **Sélection** : décalage incrémentiel par rapport à un *point (sommet)*, une *arête* ou une *face* sélectionnée dans le modèle.

- **Origine (absolue)** : décalage absolu par rapport à l'*origine* définie soit dans la *configuration*, soit dans l'*orientation de l'outil* dans le cadre de l'opération en cours.



Hauteur inférieure : La hauteur inférieure détermine les valeurs finales de hauteur et de profondeur d'usinage, ainsi que la profondeur maximale atteinte par l'outil dans le brut.

- **Hauteur de dégagement** : décalage incrémentiel par rapport à la *hauteur de dégagement*.
- **Hauteur de rétraction** : décalage incrémentiel par rapport à la *hauteur de rétraction*.
- **Hauteur de travail** : décalage incrémentiel par rapport à la *hauteur de travail*.
- **Hauteur de la partie supérieure** : décalage incrémentiel par rapport à la *hauteur sur le dessus*.
- **Haut du modèle** : décalage incrémentiel par rapport au *haut du modèle*.
- **Bas du modèle** : décalage incrémentiel par rapport au *bas du modèle*.
- **Dessus du brut** : décalage incrémentiel par rapport au-*dessus du brut*.
- **Bas du brut** : décalage incrémentiel par rapport au *bas du brut*.
- **Contour(s) sélectionné(s)** : décalage incrémentiel à partir d'un *contour* sélectionné sur le modèle.
- **Sélection** : décalage incrémentiel par rapport à un *point (sommet)*, une *arête* ou une *face* sélectionnée dans le modèle.
- **Origine (absolue)** : décalage absolu par rapport à l'*origine* définie soit dans la *configuration*, soit dans l'*orientation de l'outil* dans le cadre de l'opération en cours.