

A faint, light gray line-art illustration of an injection molding machine and its mold. The machine features a hopper for plastic granules, a heated barrel, and a reciprocating plunger. A long, flexible hose connects the barrel to a nozzle. The mold is shown as a rectangular block with a grid of circular cavities. The entire scene is set against a plain white background.

Guide : Petites Pièces Techniques en Injection Plastique - MAJ : 10/2025

Le guide complet pour maîtriser la fabrication de pièces de 0,5g à 50g avec des tolérances jusqu'à $\pm 0,02\text{mm}$.

Sommaire du Guide

01

Définition & Classification

Qu'est-ce qu'une petite pièce technique et comment la caractériser par ses dimensions, son poids et sa complexité.

03

Défis Techniques

Les challenges du remplissage, des tolérances serrées, du contrôle qualité et de la manutention des petites pièces.

05

Technologies Process

Presses adaptées, injection haute vitesse, multi-empreintes : les technologies pour optimiser la production.

07

Contrôles Qualité

Tolérances réalisables, capacité process, moyens de mesure adaptés aux dimensions réduites.

09

Études de Cas

Trois cas réels chiffrés : connecteur électronique, engrenage horlogerie, clip automobile grande série.

02

Applications Sectorielles

Découvrez les secteurs utilisateurs : électronique, médical, automobile, horlogerie, optique et leurs exigences spécifiques.

04

Matières Adaptées

POM, PA12, LCP, PBT, PA66 GF : comment choisir la matière optimale pour votre application technique.

06

Conception Moules

Spécificités des moules pour petites pièces : canaux chauffants, précision d'usinage, éjection délicate.

08

Optimisation Coûts

Comprendre la composition du prix pièce et les leviers d'optimisation pour la rentabilité.

10

Cahier des Charges

Template complet et checklist pour spécifier correctement votre projet de petites pièces techniques.

Qu'est-ce qu'une Petite Pièce Technique ?

Critères Dimensionnels

Une petite pièce technique se définit principalement par ses dimensions et son poids (ISO, AFNOR). Les caractéristiques typiques incluent un poids compris entre 0,5g et 50g, avec la majorité des applications se situant sous les 20g. Le volume reste inférieur à 50 cm³ et au moins deux dimensions sont inférieures à 50mm.

L'épaisseur de paroi constitue un paramètre critique, généralement comprise entre 0,5mm et 5mm, avec une prédominance des épaisseurs inférieures à 3mm. Cette finesse impose des contraintes particulières lors du remplissage et du refroidissement.

Critères Techniques

Au-delà des dimensions, une pièce est qualifiée de "technique" lorsqu'elle cumule au moins deux exigences parmi les suivantes : des tolérances dimensionnelles serrées ($\pm 0,02\text{mm}$ à $\pm 0,10\text{mm}$ versus $\pm 0,20\text{mm}$ en standard), une complexité géométrique avec détails fins, contre-dépouilles ou inserts surmoulés.

Les exigences fonctionnelles telles que l'assemblage précis, l'étanchéité, la résistance mécanique élevée ou l'aspect esthétique irréprochable caractérisent également ces pièces techniques. L'utilisation de matières hautes performances complète ce portrait.

Classification par Taille et Complexité

Très Petite Pièce Micro-injection

- Poids : moins de 1g
- Dimension max : moins de 30mm
- Épaisseur : 0,3 à 1,5mm
- Tolérances : $\pm 0,02$ mm ou plus serré

Domaine de l'horlogerie de précision, connecteurs miniatures, micro-engrenages.

Petite Pièce Standard Notre cœur de métier

- Poids : 0,5g à 50g
- Dimension max : moins de 100mm
- Épaisseur : 0,5 à 5mm
- Tolérances : $\pm 0,02$ à $\pm 0,15$ mm

Applications électroniques, médicales, mécaniques de précision, clips techniques.

Pièce Moyenne Référence comparative

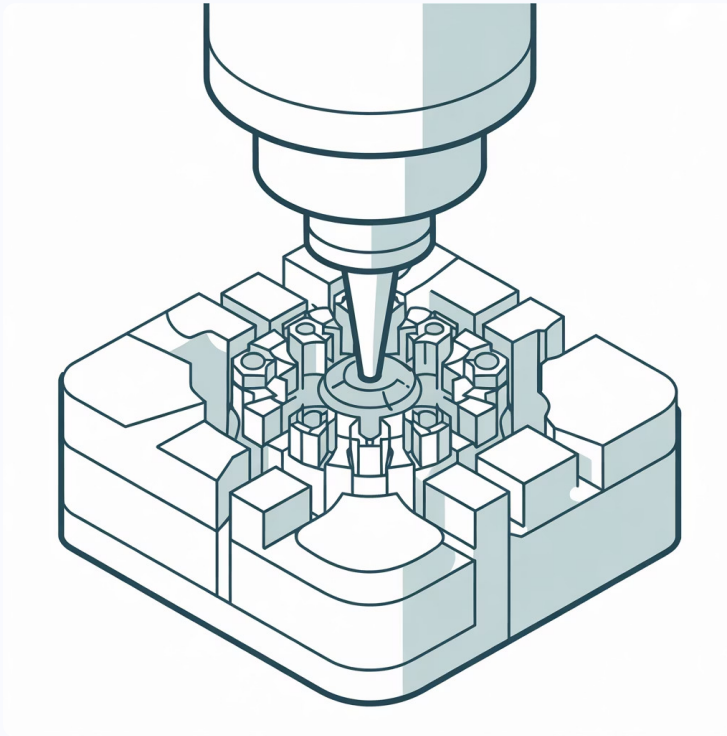
- Poids : 50g à 200g
- Dimension max : 100 à 300mm
- Épaisseur : 2 à 8mm
- Tolérances : $\pm 0,2$ à $\pm 0,30$ mm

Boîtiers standards, carters, pièces grand public sans exigences particulières.

Exemples Concrets par Secteur

Pièce Type	Poids	Dimensions	Secteur	Catégorie
Micro-engrenage horlogerie	0,3g	Ø8 × 3mm	Horlogerie	Très petite
Connecteur électronique	2g	15 × 10 × 5mm	Électronique	Petite
Clip fixation	5g	25 × 20 × 3mm	Automobile	Petite
Boîtier capteur	12g	35 × 30 × 12mm	Instrumentation	Petite
Support PCB	25g	50 × 40 × 8mm	Électronique	Petite
Engrenage réducteur	45g	Ø60 × 15mm	Mécanique	Petite (limite)

Le Paradoxe de la Petite Pièce



Plus c'est Petit, Plus c'est Difficile

Contrairement à une idée reçue, les petites pièces ne sont pas plus faciles à injecter sous prétexte qu'elles contiennent moins de matière. La réalité technique révèle des difficultés majeures cumulées qui exigent une expertise pointue et des équipements adaptés.

Le remplissage devient critique avec des canaux d'alimentation étroits de 1 à 3mm de diamètre, induisant un refroidissement rapide du flux et des risques de remplissage partiel. Les temps de cycle ultra-courts, la fragilité des pièces lors de l'éjection, l'impact proportionnellement plus important du retrait matière sur les tolérances, et la manutention délicate constituent autant de défis techniques à maîtriser.

800-1400

Pression bars

Pression d'injection nécessaire pour
petite pièce versus 600 bars en
standard

10-25s

Temps cycle

Cycle court mais setup et contrôles
rallongent le temps global

±0.02

Tolérance mm

Tolérance serrée difficile à tenir sur
petites dimensions

=> Valeurs moyennes constatés en Injection de pièce de moins de 50g.

Comparaison Pièce Moyenne vs Petite Pièce

Pièce Moyenne - Carter 80g

Dimensions : 100 × 80 × 40mm

Épaisseur paroi : 3mm

Temps de cycle : 45 secondes

Pression injection : 600 bars

Tolérance : ±0,20mm

Le retrait matière de 0,5% représente 0,50mm sur une dimension de 100mm. Avec une tolérance de ±0,20mm, la marge de 0,30 à 0,70mm reste confortable et facile à tenir. Les conditions d'injection sont standard et ne nécessitent pas d'équipements particuliers.

Petite Pièce - Connecteur 5g

Dimensions : 20 × 15 × 8mm

Épaisseur paroi : 1mm

Temps de cycle : 12 secondes

Pression injection : 1200 bars

Tolérance : ±0,05mm

Le même retrait de 0,5% ne représente que 0,10mm sur 20mm. Avec une tolérance de ±0,05mm, la marge critique de 0,05 à 0,15mm exige une maîtrise parfaite. Les canaux étroits imposent une pression double et un contrôle strict de tous les paramètres.

Secteur Électronique & Connectique

Applications et Caractéristiques

Le secteur électronique représente un utilisateur majeur de petites pièces techniques avec des volumes importants allant de 5 000 à 500 000 pièces par an. Les applications typiques incluent les connecteurs USB, HDMI, RJ45 et automotive, les boîtiers de capteurs pour température, pression ou débit, les supports de composants PCB, LED et condensateurs, ainsi que les carters de mini-appareils IoT et wearables.

Les pièces pèsent généralement entre 1g et 15g et nécessitent des tolérances de $\pm 0,05\text{mm}$ à $\pm 0,10\text{mm}$ pour assurer un assemblage précis par clips ou encliquetage. Les matières privilégiées sont le PA66, PBT, LCP et PPS pour leur résistance aux températures de soudure vague atteignant 260°C .

Résistance température soudure

Capacité à supporter 260°C lors du wave soldering sans déformation ni dégradation des propriétés mécaniques.

Isolation électrique

Propriétés diélectriques élevées pour éviter courts-circuits et garantir la sécurité des composants électroniques.

Précision assemblage

Tolérances serrées indispensables pour l'emboîtement sur circuits imprimés et connexions fiables.

Secteur Médical & Instrumentation

Exigences Réglementaires Strictes

Le secteur médical impose les contraintes les plus sévères en termes de qualité, traçabilité et conformité réglementaire. Les applications couvrent les composants de dispositifs diagnostiques tels que cuves et supports d'échantillons, les pièces d'instruments chirurgicaux incluant manches et capuchons, les connecteurs pour fluides en dialyse et perfusion, ainsi que les boîtiers électroniques médicaux.

Les volumes sont généralement plus faibles, de 500 à 20 000 pièces par an, reflétant la nature spécialisée de ces applications. Le poids varie de 2g à 30g avec des tolérances extrêmement serrées de $\pm 0,02\text{mm}$ à $\pm 0,08\text{mm}$ selon la fonction critique de la pièce.



Biocompatibilité

Matières certifiées contact corps humain : PC medical, PSU, PEEK, POM selon ISO 10993.

Stérilisation

Résistance aux méthodes autoclave, rayons gamma, EtO sans altération.

Traçabilité Complète

ISO 13485, enregistrement lot matière, paramètres injection, opérateur, date.

Zéro Défaut

Contrôles renforcés, validation process IQ/OQ/PQ obligatoire, capabilité Cpk supérieur à 1,67.

Secteurs Automobile, Horlogerie et Optique

Automobile & Transport

Clips de fixation, connecteurs électriques, capteurs embarqués, engrenages mini-actionneurs. Volumes de 10 000 à 1 000 000 pièces/an. Matières PA6 GF, PA66 GF, POM, PBT. Tolérances $\pm 0,10$ à $\pm 0,15$ mm. Tests vibrations, température -40°C à $+120^{\circ}\text{C}$. Certification IATF 16949 et PPAP requis.

Horlogerie & Bijouterie

Engrenages et pignons de mouvements, boîtiers montres sport et connectées, fermoirs bijoux. Volumes 500 à 50 000 pièces/an. Matières POM, PA12, PEEK haut de gamme. Tolérances extrêmes $\pm 0,02$ à $\pm 0,03$ mm. État de surface R_a inférieur à $0,4\text{ }\mu\text{m}$, poli miroir. Précision et esthétique maximales.

Optique & Photonique

Montures lunettes, supports lentilles caméras et microscopes, boîtiers LED, composants fibres optiques. Volumes 1 000 à 100 000 pièces/an. Matières PC, PMMA, Ultem, LCP. Tolérances $\pm 0,03$ à $\pm 0,08$ mm. Transparence cristal si optique. Résistance UV, surfaces polies, précision optique.

Secteur Pneumatique & Hydraulique

Applications Fluides Sous Pression

Le secteur pneumatique et hydraulique exige des pièces garantissant une étanchéité parfaite et une résistance à la pression. Les applications incluent les corps de vannes miniatures, les raccords push-to-connect, les joints intégrés et les régulateurs de débit.

Les volumes de production se situent entre 2 000 et 50 000 pièces par an, avec des poids de 5g à 40g. Les tolérances critiques de $\pm 0,05\text{mm}$ sont indispensables pour assurer l'étanchéité aux pressions de service allant de 10 à 100 bars.

Matières et Exigences

Les matières privilégiées sont le POM pour sa faible friction et sa stabilité dimensionnelle, le PA6 et PA66 pour leur résistance mécanique, et le PPS pour les applications haute température. L'étanchéité constitue l'exigence numéro un, suivie de la résistance à la pression et de la fiabilité à long terme.

Les tests de validation incluent des cycles de pression répétés, des tests de fatigue et des contrôles dimensionnels stricts sur les surfaces d'étanchéité critiques.

Tableau Synthèse des Secteurs

Secteur	Volumes	Poids	Tolérances	Matières	Exigence #1
Électronique	5k-500k	1-15g	±0,05-0,10mm	PA66, PBT, LCP	Résistance T° soudure
Médical	500-20k	2-30g	±0,02-0,10mm	PC medical, PSU, PEEK	Biocompatibilité, traçabilité
Automobile	10k-1M	3-40g	±0,10-0,15mm	PA6/66 GF, POM	Résistance environnement
Horlogerie	500-50k	0,5-10g	±0,01-0,03mm	POM, PEEK	Précision extrême
Optique	1k-100k	2-25g	±0,03-0,08mm	PC, PMMA	Esthétique, transparence
Pneumatique	2k-50k	5-40g	±0,05mm	POM, PA, PPS	Étanchéité

Défi #1 : Remplissage et Écoulement Matière

Problématique des Fronts de Fusion Rapides

Le remplissage des petites pièces constitue un défi physique majeur. Les canaux d'alimentation étroits de 1 à 3mm de diamètre imposent un flux matière rapide qui se refroidit instantanément au contact du moule froid. Cette augmentation rapide de la viscosité provoque des remplissages incomplets avec des pièces courtes, des lignes de soudure faibles lorsque deux fronts de fusion se rejoignent froids, et des retassures dues au manque de matière en fin de remplissage.



Température Matière Élevée

Augmentation de 10-20°C versus pièce moyenne pour maintenir la fluidité



Température Moule Optimisée

Élévation de 10-15°C pour retarder le refroidissement du flux



Vitesse Injection Haute

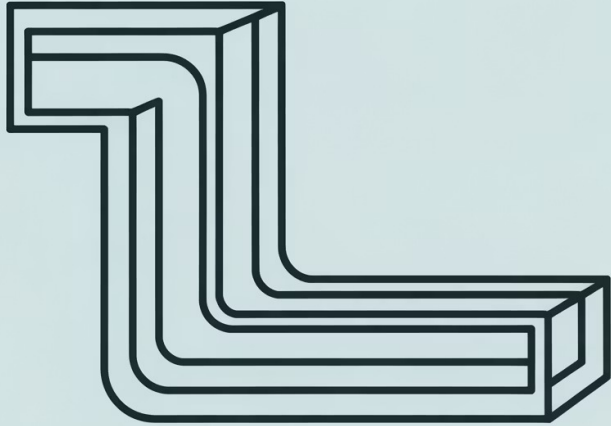
60-100 mm/s versus 30-50 standard pour remplissage avant gel



Pression Élevée

1000-1500 bars versus 600-800 standard pour vaincre pertes de charge

Défi #2 : Parois Fines et Refroidissement



Challenge des Épaisseurs Réduites

Les parois fines inférieures à 1,5mm présentent un refroidissement quasi-instantané en quelques secondes seulement. Le risque majeur est le gel de la matière avant le remplissage complet de l'empreinte, créant des pièces incomplètes ou des zones de faiblesse structurelle.

Les solutions techniques passent par le choix de matières à haute fluidité avec un indice MFI élevé comme le POM, PA12 ou LCP. L'utilisation de points d'injection multiples dans les moules multi-empreintes permet de réduire les distances de parcours. La régulation précise de la température du moule à $\pm 2^{\circ}\text{C}$ près garantit des conditions stables. Le temps d'injection doit être réduit au minimum, souvent inférieur à une seconde.

Défi #3 : Retrait Matière et Impact sur Tolérances

L'Effet Proportionnel Critique

Le retrait matière, bien que constant en pourcentage, a un impact proportionnellement beaucoup plus important sur les petites dimensions. Cette réalité physique explique pourquoi les tolérances serrées sont si difficiles à obtenir sur petites pièces.

Pièce Moyenne - 100mm

Dimension nominale : 100mm

Retrait matière (0,5%) : 0,50mm

Tolérance demandée : $\pm 0,20$ mm

Marge réelle : 0,30 à 0,70mm

✓ **Gérable facilement** - La marge de manœuvre reste confortable pour compenser les variations de process et tenir la tolérance spécifiée.

Petite Pièce - 20mm

Dimension nominale : 20mm

Retrait matière (0,5%) : 0,10mm

Tolérance demandée : $\pm 0,05$ mm

Marge réelle : 0,05 à 0,15mm

⚠ **Critique** - La marge est très réduite, nécessitant une maîtrise parfaite du process, du moule et de la matière pour garantir la conformité.

Compensation Moule Précise

Calcul exact du retrait spécifique à la matière et validation par essais successifs

Matières Faible Retrait

POM 0,2-0,4%, LCP 0,1-0,2% versus PA6 0,8-1,5%

Contrôle Température Strict

$\pm 2^{\circ}\text{C}$ moule, $\pm 5^{\circ}\text{C}$ matière pour stabilité dimensionnelle

Validation Process

IQ/OQ/PQ avec capabilité Cpk supérieur à 1,33 démontrée

Défi #4 : Gauchissement des Pièces

Causes et Manifestations du Warpage

Le gauchissement ou warpage résulte d'un refroidissement non uniforme de la pièce, créant des contraintes internes qui la déforment. Les causes principales incluent les épaisseurs variables avec des zones épaisses refroidissant plus lentement que les zones fines, le retrait anisotrope des matières renforcées fibres selon l'orientation du flux, et l'accumulation de contraintes résiduelles dans la masse.

Les manifestations visuelles montrent des pièces tordues, voilées ou présentant des cotes hors tolérance géométrique. Le gauchissement est particulièrement problématique sur les petites pièces car même une déformation minime devient proportionnellement significative.

Design Optimisé

Épaisseurs constantes avec variation inférieure à 30% entre zones fines et épaisses, transitions progressives.

Régulation Thermique

Zones chaudes et froides du moule équilibrées, circuits de refroidissement optimisés pour uniformité.

Orientation Fibres

Sens d'injection étudié pour orienter les fibres de renfort parallèlement aux dimensions critiques.

Maintien Suffisant

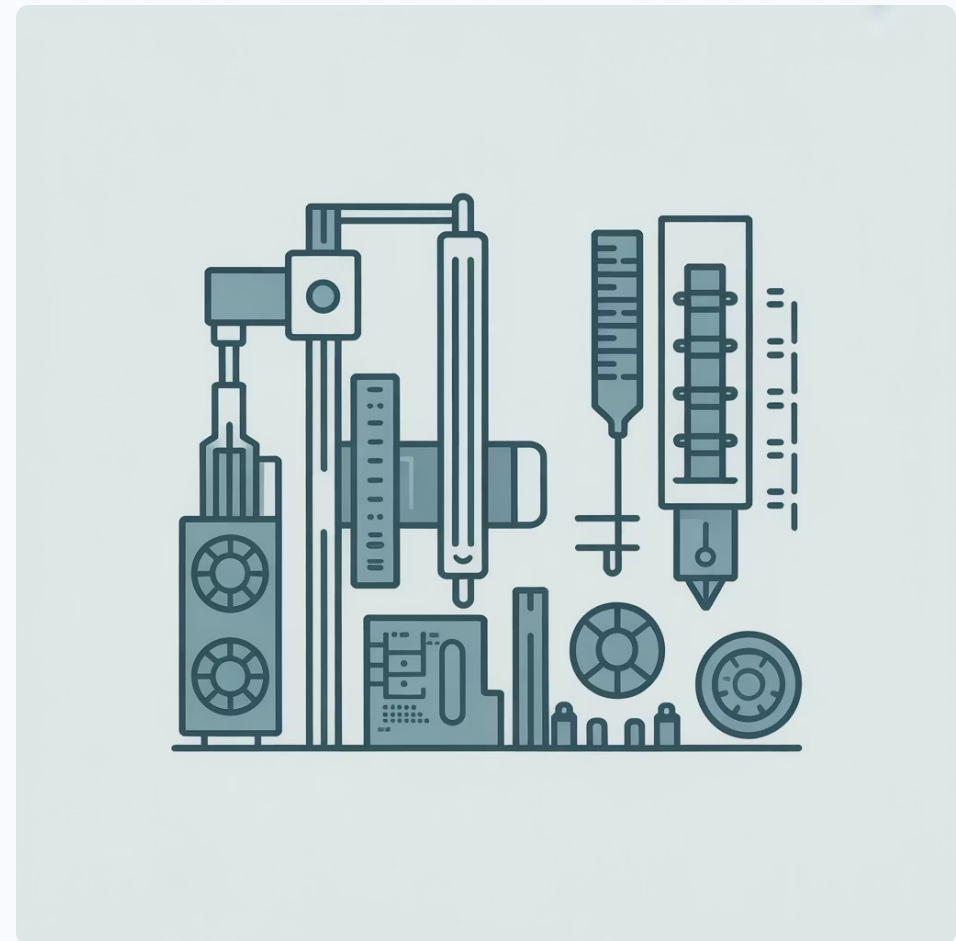
Temps et pression de maintien calibrés pour compenser le retrait pendant la solidification.

Défi #5 : Mesure de Petites Dimensions

Difficultés de Métrologie

Les pièces de moins de 20mm posent des défis majeurs de manipulation et de positionnement pour la mesure. Les détails inférieurs à 2mm dépassent les capacités des pieds à coulisse standards qui offrent une précision de $\pm 0,02\text{mm}$ seulement. La mesure 100% devient impossible manuellement sur les volumes élevés de production.

Les solutions adaptées combinent différentes technologies de mesure selon les besoins. La Machine à Mesurer Tridimensionnelle (MMT) offre une précision de $\pm 0,005\text{mm}$ mais reste lente avec 5 à 10 minutes par pièce, réservée aux contrôles d'échantillons. Le projecteur de profil permet une mesure 2D rapide avec précision $\pm 0,01\text{mm}$. La vision industrielle automatise le contrôle 100% via caméras et intelligence artificielle.



MMT pour Validation

First Article Inspection et contrôles échantillonnage, précision maximale $\pm 0,005\text{mm}$, génération rapports dimensionnels complets.

Vision Automatique

Contrôle 100% en ligne, rapidité 1-5 secondes par pièce, détection défauts visuels et dimensionnels simultanée.

Jauges Dédiées

Contrôles rapides go/no-go sur cotes critiques en production, validation immédiate conformité.

Défi #6 : Tri et Conditionnement

Manutention Délicate des Petites Pièces

La manutention des petites pièces présente des difficultés spécifiques souvent sous-estimées. La manipulation manuelle est fastidieuse et chronophage, les risques de rayures et chocs sur pièces fragiles sont élevés, et le mélange de lots compromet la traçabilité exigée notamment en médical et automobile.

Les solutions industrielles passent par l'automatisation maximale. Le tri automatique utilise des systèmes vibrants, tapis convoyeurs et caméras de reconnaissance. Le conditionnement unitaire en alvéoles ou blisters protège chaque pièce individuellement. Les systèmes de vision inspection 100% détectent défauts et garantissent la conformité avant expédition. L'investissement dans ces équipements devient rentable dès 20 000 à 50 000 pièces par an selon la complexité.

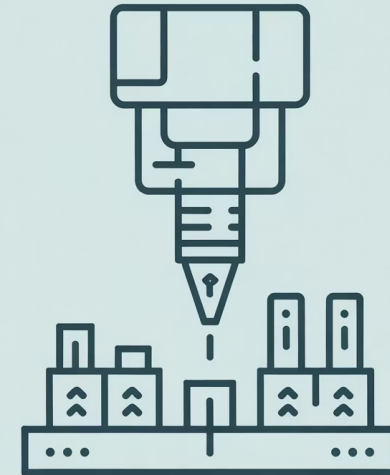
Défi #7 : Éjection et Démoulage

Fragilité lors de l'Éjection

L'éjection des petites pièces techniques représente une étape critique du cycle d'injection. Les risques de déformation par marquage des éjecteurs, de casse sur les nervures fines et parois inférieures à 1mm, et la difficulté de retirer les bavures sur pièces délicates imposent des précautions particulières.

Les solutions techniques incluent la multiplication des points d'éjection pour répartir les forces sur une plus grande surface, des dépouilles généreuses de 2 à 3 degrés minimum versus 1 à 2 degrés standard, l'utilisation d'air comprimé pour une éjection douce par soufflage, et des robots de préhension spécialisés pour la manipulation délicate post-éjection.

La conception du moule doit anticiper ces contraintes dès la phase de design, en positionnant stratégiquement les éjecteurs sur les zones résistantes de la pièce et en évitant les concentrations de contraintes.



Matière #1 : POM - Le Champion de la Précision



Fluidité Excellente

MFI 10-25 g/10min permet remplissage parois fines et détails complexes sans difficulté.



Retrait Ultra-Faible

0,2-0,4% versus 0,8-1,5% PA6, facilite considérablement l'obtention de tolérances serrées.



Résistance Mécanique

Traction 65-70 MPa, rigidité élevée, faible fluage sous charge constante.



Faible Friction

Autolubrifiant naturel, idéal engrenages et pièces en mouvement sans lubrification externe.

Applications Idéales du POM

Le polyoxyméthylène excelle dans les engrenages, pignons pour horlogerie et mécanique, les clips et encliquetages nécessitant assemblage précis, les raccords pneumatiques avec exigences d'étanchéité, et les bagues et douilles de guidage. Son prix modéré de 2,5 à 4 euros par kilogramme en fait un excellent rapport qualité-prix. Les limites concernent la résistance chimique moyenne aux acides forts et une température maximale d'utilisation de 100°C en continu, 120°C en pointe.

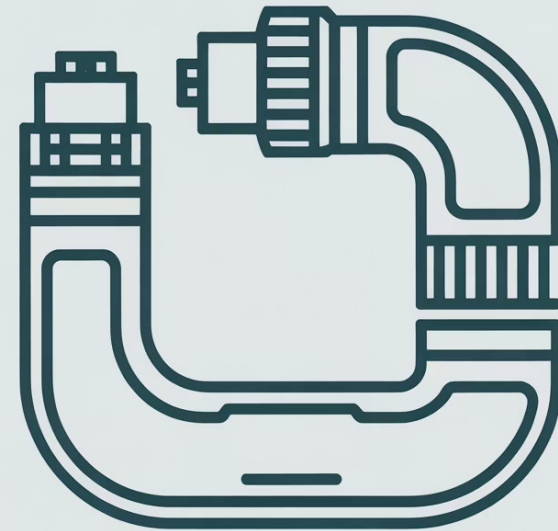
Astuce CF injection : attention la densité du POM est plus élevée que d'autres plastiques cela joue sur le poids final de la pièce et donc le coût client.

Matière #2 : PA12 - Le Polyamide Technique Fluide

Caractéristiques Techniques

Le polyamide 12 se distingue par sa très haute fluidité avec un MFI de 15-35 g/10min permettant de mouler des parois ultra-fines jusqu'à 0,5mm d'épaisseur. Sa résistance chimique exceptionnelle aux huiles, graisses et solvants en fait le choix privilégié pour applications en contact avec des fluides.

La flexibilité modérée du PA12 le rend moins cassant que le PA6, offrant une meilleure résistance aux chocs répétés. Son hygroscopie faible comparée au PA6/PA66 garantit une meilleure stabilité dimensionnelle dans des environnements variables. Le prix de 6 à 9 euros par kilogramme reste raisonnable pour un polyamide technique.



Connecteurs Électriques

Automobile, faisceaux câblage, résistance chimique fluides moteur



Gaines et Clips Flexibles

Protection câbles, fixations souples, résistance fatigue



Pneumatique Miniature

Corps vannes, raccords, résistance huiles et graisses



Horlogerie Souple

Composants nécessitant élasticité contrôlée

Matière #3 : LCP - La Super-Matière Haute Performance

Performance Exceptionnelle à Prix Élevé

Le Liquid Crystal Polymer représente le summum des matières techniques pour petites pièces exigeantes. Sa fluidité extrême avec un MFI de 50 à 200 g/10min permet de mouler des parois de 0,3mm impossibles avec d'autres polymères. Le retrait ultra-faible de 0,1 à 0,2% autorise des tolérances de $\pm 0,01$ mm reproductibles.

La résistance thermique de 200 à 240°C en continu rend le LCP indispensable pour les connecteurs électroniques subissant la soudure vague à 260°C. La stabilité dimensionnelle maximale insensible à l'humidité et la résistance chimique excellente complètent ce tableau exceptionnel. Le prix de 15 à 25 euros par kilogramme et la limitation aux teintes opaques constituent les principales contraintes.

240°C

Température Service

Utilisation continue sans
dégradation propriétés mécaniques

0.1%

Retrait Minimal

Le plus faible de tous les
thermoplastiques techniques

± 0.01

Tolérance mm

Précision extrême accessible de
manière reproductible

Matières #4 et #5 : PBT et PA66 GF30

PBT - Polyester Technique Robuste

Le polybutylène téréphtalate offre un excellent compromis performances-prix pour applications électriques et automobiles. Sa bonne fluidité (MFI 10-20) facilite le moulage, la résistance chimique aux huiles, graisses et essence convient parfaitement à l'environnement automobile. L'isolation électrique élevée et la stabilité dimensionnelle satisfaisante s'accompagnent d'un prix modéré de 3 à 5 euros par kilogramme.

Les applications typiques incluent les connecteurs électriques automobile, boîtiers capteurs, supports PCB et pièces électroménager. La résistance au choc moyenne comparée aux polyamides et la sensibilité à l'hydrolyse déconseillant l'autoclave constituent les limitations principales.

PA66 GF30 - Polyamide Renforcé

Le polyamide 66 renforcé 30% fibres de verre atteint une résistance mécanique très élevée de 150-180 MPa en traction, une rigidité exceptionnelle avec faible fluage, et une résistance thermique de 120-150°C en continu. Le prix reste modéré à 3-5 euros par kilogramme.

Idéal pour engrenages fortement chargés, fixations mécaniques résistantes, boîtiers sous contraintes et applications automobile sous capot. Les limitations concernent l'hygroscopie importante avec absorption d'eau provoquant gonflement et difficultés de tolérances, le retrait anisotrope selon sens des fibres favorisant le gauchissement, et l'état de surface mat avec fibres apparentes.

Tableau Comparatif des Matières Techniques

Matière	Fluidité MFI	Retrait %	T° max	Prix €/kg	Meilleur pour
POM	10-25 Excellente ✓✓	0,2-0,4 Très faible ✓✓	100°C	2,5-4€	Engrenages, précision dimensionnelle
PA12	15-35 Très fluide ✓✓	0,5-0,8 Faible ✓	120°C	6-9€	Parois fines flexibles
LCP	50-200 Extrême ✓✓✓	0,1-0,2 Ultra-faible ✓✓✓	240°C	15-25€	Électronique haute température
PBT	10-20 Bonne ✓	0,5-0,7 Faible ✓	130°C	3-5€	Connecteurs électriques auto
PA66 GF30	5-15 Moyenne ⚠	0,3-0,8 Anisotrope ⚠	150°C	3-5€	Résistance mécanique élevée

Presses Adaptées aux Petites Pièces

Petites Presses 25-100 Tonnes

Les petites presses constituent le choix optimal pour pièces de 0,5g à 15g. La force de fermeture adaptée évite la surpuissance inutile, la consommation énergétique reste faible, et la précision de répétabilité atteint des niveaux élevés. Le coût horaire réduit améliore la compétitivité sur petites séries.

Ces machines excellent sur moules mono-empreinte ou multi-empreintes limités à 2-8 cavités, offrant la flexibilité nécessaire aux prototypes et séries de validation. La rapidité de changement de moule et l'accessibilité pour réglages fins complètent les avantages.

Presses Moyennes 100-200 Tonnes

Les presses moyennes offrent une polyvalence précieuse couvrant la gamme de 5g à 40g. Elles acceptent des moules multi-empreintes élevés de 8 à 32 cavités, permettant de hautes cadences pour séries moyennes à grandes. Le plateau de dimensions suffisantes accueille des moules de formats généreux.

Cette catégorie représente le meilleur compromis pour productions en volumes significatifs où l'investissement moule multi-empreintes se justifie économiquement. La robustesse et la précision garantissent une production stable sur longues séries.

Injection Haute Vitesse

Principe et Avantages de la Haute Vitesse

L'injection haute vitesse développe des vitesses d'injection de 100 à 200 mm/s contre 30 à 60 mm/s en standard. Cette technologie révolutionne le moulage des parois fines inférieures à 1mm en permettant le remplissage complet avant que la matière ne refroidisse et se solidifie prématurément au contact du moule.

Les avantages majeurs incluent la réduction significative des lignes de soudure grâce à des fronts de fusion plus chauds qui se rejoignent, et un cycle ultra-court avec un temps de remplissage souvent inférieur à une seconde. La productivité s'en trouve considérablement améliorée sur pièces techniques de petites dimensions.



Presses Modernes Requises

Contrôle précis vitesse injection en temps réel, hydraulique ou électrique haute performance.



Canaux Optimisés

Géométrie étudiée pour minimiser pertes de charge, sections adéquates, rayons généreux.



Température Moule Élevée

Augmentation de 10-15°C versus standard pour retarder solidification durant remplissage.

Multi-Empreintes : Principe et Rentabilité

Multiplication de la Production

Le principe du multi-empreintes consiste à fabriquer plusieurs pièces identiques simultanément dans un seul moule comportant 2, 4, 8, 16, 32 empreintes ou plus. L'objectif est de multiplier la production sans multiplier le nombre de cycles machine, générant ainsi des gains de productivité considérables.

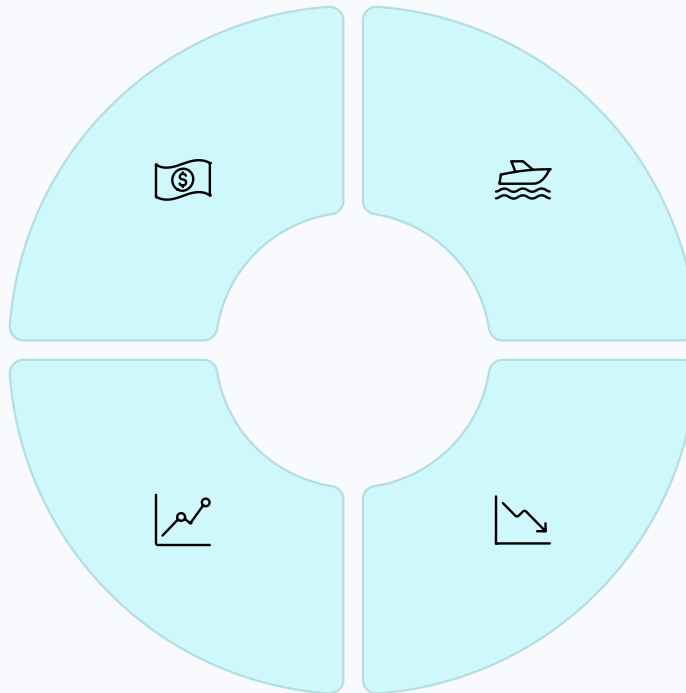
Un moule mono-empreinte produit 1 pièce par cycle de 20 secondes. Un moule 8 empreintes produit 8 pièces dans le même cycle légèrement rallongé à 22-25 secondes. La production est donc multipliée par 8 pour un coût machine quasi-identique, divisant d'autant le prix unitaire de transformation.

Investissement Moule

Coût moule multiplié par 2-4
versus mono-empreinte selon
nombre cavités

Amortissement

Rentable dès 20 000-50 000
pièces selon complexité



Cadence Production

Pièces par heure multipliées par
nombre empreintes

Prix Unitaire

Coût transformation divisé par 4-
8 selon configuration

Exemple Chiffré Multi-Empreintes

Configuration Moule	Empreintes	Coût Moule (moyen)	Cycle (moyen)	Pièces/h (moyenne)	Coût injection/pi èce (moyen)
Mono-empreinte	1	8 000€	20s	180	0,28€
Quatre empreintes	4	18 000€	22s	655	0,08€
Huit empreintes	8	32 000€	25s	1 152	0,04€

L'analyse révèle que le multi-empreintes impose un investissement moule nettement supérieur mais le coût d'injection par pièce se trouve divisé par 4 à 8. La rentabilité apparaît clairement dès que le volume total dépasse 20 000 à 50 000 pièces selon la complexité du moule et le nombre d'empreintes choisi.

=> N'a de valeur que d'exemple de tarification non figée et à adapter à des contextes précis prenant en compte plusieurs facteurs.

Contraintes et Conditions du Multi-Empreintes

Équilibrage Géométrique

Toutes empreintes doivent recevoir matière simultanément avec mêmes conditions pression et température. Canaux d'alimentation parfaitement symétriques obligatoires.

Équilibrage Thermique

Régulation température identique sur chaque empreinte via circuits de refroidissement optimisés. Éviter zones chaudes et froides.

Contrôle Qualité Adapté

Contrôle 100% impossible avec volumes élevés. Échantillonnage statistique avec minimum 1 pièce par empreinte et par lot de production.

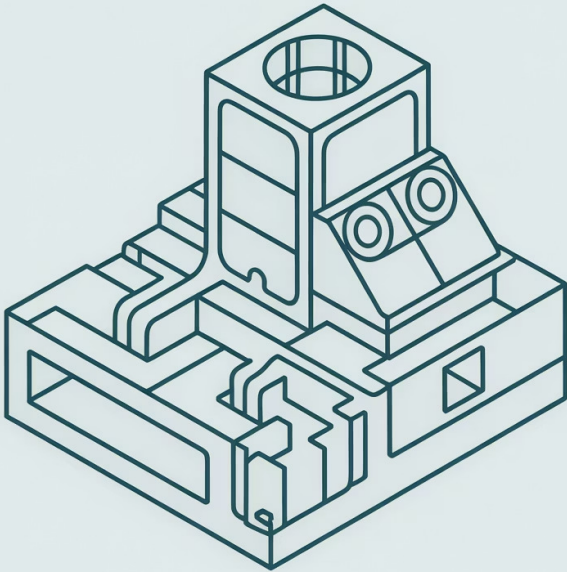
Maintenance Préventive

Coût entretien moule élevé avec nombreuses empreintes. Si une empreinte défailante, arrêt complet production nécessaire pour réparation.

Quand Choisir Multi-Empreintes ?

Le mono-empreinte (1-2 cavités) convient pour volumes inférieurs à 10 000 pièces totales, budgets moule limités sous 12 000 euros, phases de prototypage et présérie, ou projets avec modifications fréquentes anticipées. Le multi-empreintes moyen (4-8 cavités) s'impose pour volumes supérieurs à 20 000 pièces sur séries stables sans modifications, avec priorité à l'optimisation du coût pièce. Le multi-empreintes élevé (16-32 cavités) se justifie uniquement sur volumes dépassant 100 000 pièces, produits matures avec plusieurs années de production, et grandes séries automobile ou électronique.

Spécificités des Moules pour Petites Pièces



Canaux d'Alimentation Critiques

Les canaux d'alimentation des petites pièces présentent des dimensions réduites avec carotte de 3-6mm de diamètre contre 8-12mm pour pièces moyennes, canaux de distribution de 2-4mm, et seuil d'injection de 0,8-2mm seulement. Ces sections étroites provoquent un refroidissement très rapide de la matière.

Les canaux chauffants ou hot runner constituent la solution technique optimale. La matière reste en permanence à température d'injection, éliminant les pertes de chaleur. Les avantages incluent l'absence de carotte à broyer donc pas de perte matière, la réduction du temps de cycle sans éjection de carotte, et une qualité constante avec température stable. Le surcoût de 30 à 50% sur le moule se justifie au-delà de 20 000 pièces.

Gravure et Finitions de Haute Précision

Tolérances d'Usinage Extrêmes

Les moules pour petites pièces techniques exigent des tolérances d'usinage nettement plus serrées que les moules standards. Alors qu'une pièce moyenne se contente de $\pm 0,02\text{mm}$ d'usinage moule, les petites pièces techniques nécessitent $\pm 0,005$ à $\pm 0,01\text{mm}$ pour garantir les tolérances finales sur les pièces injectées.



Électro-Érosion Fil

Technique privilégiée pour précision extrême $\pm 0,005\text{mm}$ et réalisation de parois fines, arêtes vives, géométries complexes impossibles en fraisage. Lente mais indispensable qualité.



Fraisage Grande Vitesse HSM

Usinage haute vitesse pour finitions de surface $Ra\ 0,4\ \mu\text{m}$ directement obtenues. Excellente précision dimensionnelle et état de surface permettant de limiter polissage manuel.



Polissage Miroir

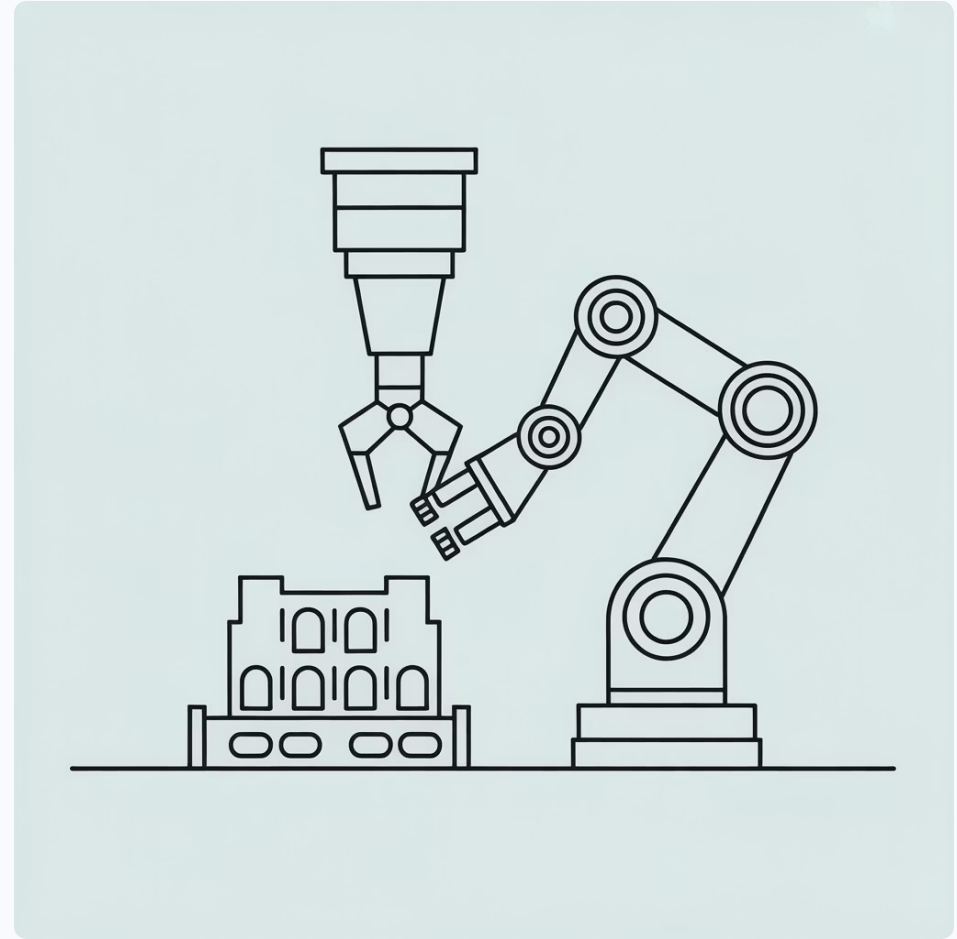
Finition ultime pour pièces transparentes optiques ou esthétiques haute qualité. État de surface Ra inférieur à $0,2\ \mu\text{m}$ obtenu par polissage manuel progressif. Long et coûteux.

Systèmes d'Éjection Adaptés

Défis de l'Éjection

Les petites pièces présentent des surfaces d'adhérence au moule réduites mais nécessitent des forces d'éjection proportionnellement élevées en raison de l'effet ventouse et de la finesse des parois. Le risque de déformation ou casse lors de l'éjection constitue une préoccupation majeure.

Les solutions techniques combinent plusieurs approches. Les éjecteurs multiples répartissent les forces sur plusieurs points pour éviter toute concentration de contrainte. L'air comprimé permet un soufflage doux facilitant le décollage de la pièce. Les dépouilles généreuses de 2-3 degrés minimum contre 1-2 degrés standard facilitent l'extraction. Les agents démoulants spray silicone s'utilisent avec précaution pour éviter toute contamination des pièces.



Choix du Matériau Moule selon Volume

Aluminium - Séries < 10 000

Avantages : Coût faible avec usinage rapide, délai court 2-4 semaines, conductivité thermique élevée pour refroidissement rapide.

Inconvénients : Usure rapide sur matières abrasives PA GF, PPS GF, tolérances moyennes $\pm 0,02\text{mm}$.

Coût mono : 4 000-8 000€

Acier - Séries > 10 000

Avantages : Durabilité supérieure à 500 000 coups voire 1-5 millions, précision $\pm 0,005\text{mm}$ possible, résistance abrasion matières chargées.

Inconvénients : Coût élevé, délai long 6-12 semaines.

Coût mono : 10 000-25 000€

Coût 8 empr : 35 000-60 000€

Volume Total Prévu	Matériau Moule	Coût Moule	Durée de Vie	Délai Fabrication
Moins de 5 000	Aluminium	4-8k€	5-10k cycles	2-4 semaines
5 000-20 000	Aluminium ou Acier	8-15k€	20-50k cycles	4-8 semaines
20 000-100 000	Acier	12-25k€	100-500k cycles	6-12 semaines
Plus de 100 000	Acier multi- empreintes	35-80k€	500k-2M cycles	8-16 semaines

Tolérances Dimensionnelles Réalisables

Standards ISO 2768 et Spécificités Injection

Les standards ISO 2768 définissent des classes de tolérances générales. La classe moyenne (ISO 2768-m) spécifie pour 3-6mm une tolérance de $\pm 0,10\text{mm}$, pour 6-30mm $\pm 0,20\text{mm}$, pour 30-120mm $\pm 0,30\text{mm}$. La classe fine (ISO 2768-f) resserre ces valeurs à $\pm 0,05\text{mm}$ pour 3-6mm, $\pm 0,10\text{mm}$ pour 6-30mm, $\pm 0,15\text{mm}$ pour 30-120mm.

Pour les petites pièces techniques, ISO 2768-f constitue le minimum acceptable. Les tolérances réalisables en injection dépendent de la complexité géométrique et de la matière employée. Sur dimensions inférieures à 10mm, on peut viser $\pm 0,02$ à $\pm 0,05\text{mm}$ avec matières à faible retrait comme POM ou LCP, moule acier précis, et contrôle strict des températures. Sur 10-30mm, la plage standard des petites pièces techniques s'établit à $\pm 0,05$ à $\pm 0,10\text{mm}$. Sur 30-50mm, limite haute des petites pièces, on obtient $\pm 0,08$ à $\pm 0,15\text{mm}$.

Capabilité Process et Indice Cpk

Mesure de la Capacité du Process

La capacité process, mesurée par l'indice Cpk, quantifie la capacité d'un processus de fabrication à produire des pièces dans les tolérances spécifiées de manière répétable et stable. Un Cpk supérieur à 1,33 signifie un process capable répondant aux standards industriels. Un Cpk supérieur à 1,67 indique un process hautement capable, recommandé pour les secteurs médical et automobile exigeants. Un Cpk inférieur à 1,00 révèle un process incapable générant trop de rebuts.

Le calcul simplifié du Cpk utilise la formule : $Cpk = (Tolérance / 6) / \text{Écart-type de production}$. Par exemple, pour une dimension cible de 20,00mm ±0,05mm avec un écart-type mesuré sur 30 pièces de 0,015mm : $Cpk = (0,05 / 6) / 0,015 = 1,11$. Ce résultat limite signale un process à optimiser d'urgence.



1

Réduire Écart-Type

Contrôle strict température,
stabilisation process, formation
opérateurs

2

Élargir Tolérance

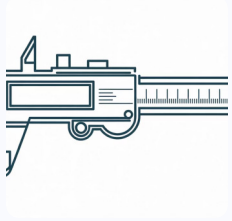
Si fonctionnellement acceptable
après validation conception

3

Reprendre Moule

Compensation retrait précise,
correction dérives
dimensionnelles

Moyens de Contrôle Dimensionnel



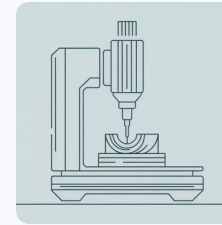
Pied à Coulisse et Micromètre

Le pied à coulisse digital offre une précision de $\pm 0,02\text{mm}$, reste rapide et économique, suffisant pour tolérances supérieures ou égales à $\pm 0,10\text{mm}$ mais limité sur petites dimensions inférieures à 10mm . Le micromètre atteint $\pm 0,001\text{mm}$ de précision pour mesure d'épaisseurs et diamètres, avec une lenteur inhérente à la mesure manuelle minutieuse.



Projecteur de Profil

Mesure 2D rapide avec précision $\pm 0,01\text{mm}$ par projection de l'ombre de la pièce agrandie. Particulièrement adapté aux petites pièces avec grossissement $\times 10$ à $\times 50$, mesure contours, rayons, angles précisément. Investissement 5 000-20 000€ selon capacités et automatisation.



MMT et Vision Industrielle

La Machine à Mesurer Tridimensionnelle atteint précision maximale $\pm 0,005\text{mm}$ en 3D, lente 5-15 minutes par pièce, réservée aux contrôles échantillonnage FAI et validations. Investissement 30 000-150 000€. La vision industrielle automatise contrôle 100% avec caméra et IA, rapidité 1-5s/pièce, mesure dimensions et défauts visuels. Investissement 15 000-50 000€, rentable au-delà de 50 000 pièces/an.

Contrôle Visuel et Défauts Typiques

Défauts Courants sur Petites Pièces

Les défauts visuels typiques des petites pièces techniques incluent les bavures au plan de joint nécessitant ébavurage, les points noirs dus à pollution ou matière dégradée, les retassures créant une surface concave par manque de matière, les lignes de soudure faibles où deux fronts de fusion se rejoignent, et les rayures ou éraflures causées par une manutention inadaptée.

Contrôle Manuel Opérateur

Le contrôle visuel 100% par opérateur convient aux petites séries inférieures à 5 000 pièces. L'opérateur inspecte chaque pièce individuellement sous éclairage adapté, identifie et élimine les pièces défectueuses. Cette méthode reste économique sur faibles volumes mais devient fastidieuse et sujette à la fatigue sur grandes séries.

Vision Automatique

Les systèmes de vision industrielle avec caméras et intelligence artificielle automatisent le contrôle sur séries supérieures à 10 000 pièces. La détection automatique des défauts avec tri bon/mauvais et éjection automatique des rebuts garantit constance et rapidité. L'investissement se justifie rapidement par la fiabilité et la traçabilité des contrôles.

Plan de Contrôle Type

Exemple Connecteur 8g

Type Contrôle	Caractéristique	Fréquence	Moyen	Critère Acceptation
FAI	Toutes cotes plan	Première pièce	MMT	Selon plan ±0,05mm
Dimensionnel	Cote critique A Ø6,00mm	1 pièce / 100	Jauge dédiée	Ø6,00 ±0,05mm
Dimensionnel	Cote critique B 12,00mm	1 pièce / 100	Pied à coulisse	12,00 ±0,08mm
Visuel	Bavures, défauts aspect	100%	Opérateur	Zéro défaut
Poids	Masse pièce	1 pièce / 200	Balance ±0,01g	8,0g ±0,5g
Fonctionnel	Test assemblage	1 pièce / 500	Gabarit	Emboîtement OK

Ce plan de contrôle équilibré combine contrôles dimensionnels ciblés sur cotes critiques, contrôle visuel exhaustif garantissant qualité aspect, et validation fonctionnelle périodique. La fréquence de chaque contrôle s'adapte à la criticité de la caractéristique et aux volumes de production.

Composition du Prix Pièce

Les Trois Composantes du Coût

Le prix d'une pièce injectée se décompose en trois postes principaux : le coût moule amorti, le coût matière, et le coût de transformation. Comprendre cette structure permet d'identifier les leviers d'optimisation et de prendre les bonnes décisions d'investissement.

Coût Moule Amorti

Coût total du moule divisé par le nombre de pièces prévues sur la durée de vie. Ce poste diminue drastiquement avec les volumes : un moule de 15 000€ représente 1,50€/pièce sur 10 000 unités mais seulement 0,30€/pièce sur 50 000 unités, soit une réduction de 80%.

Coût Matière

Poids de la pièce en kg multiplié par le prix matière en €/kg et par le coefficient de perte (généralement 1,10 pour 10% de pertes). Exemple pièce 10g en POM à 3€/kg : $0,010 \times 3 \times 1,10 = 0,033\text{€}$. Les canaux chauffants éliminent la carotte et réduisent ce poste de 10%.

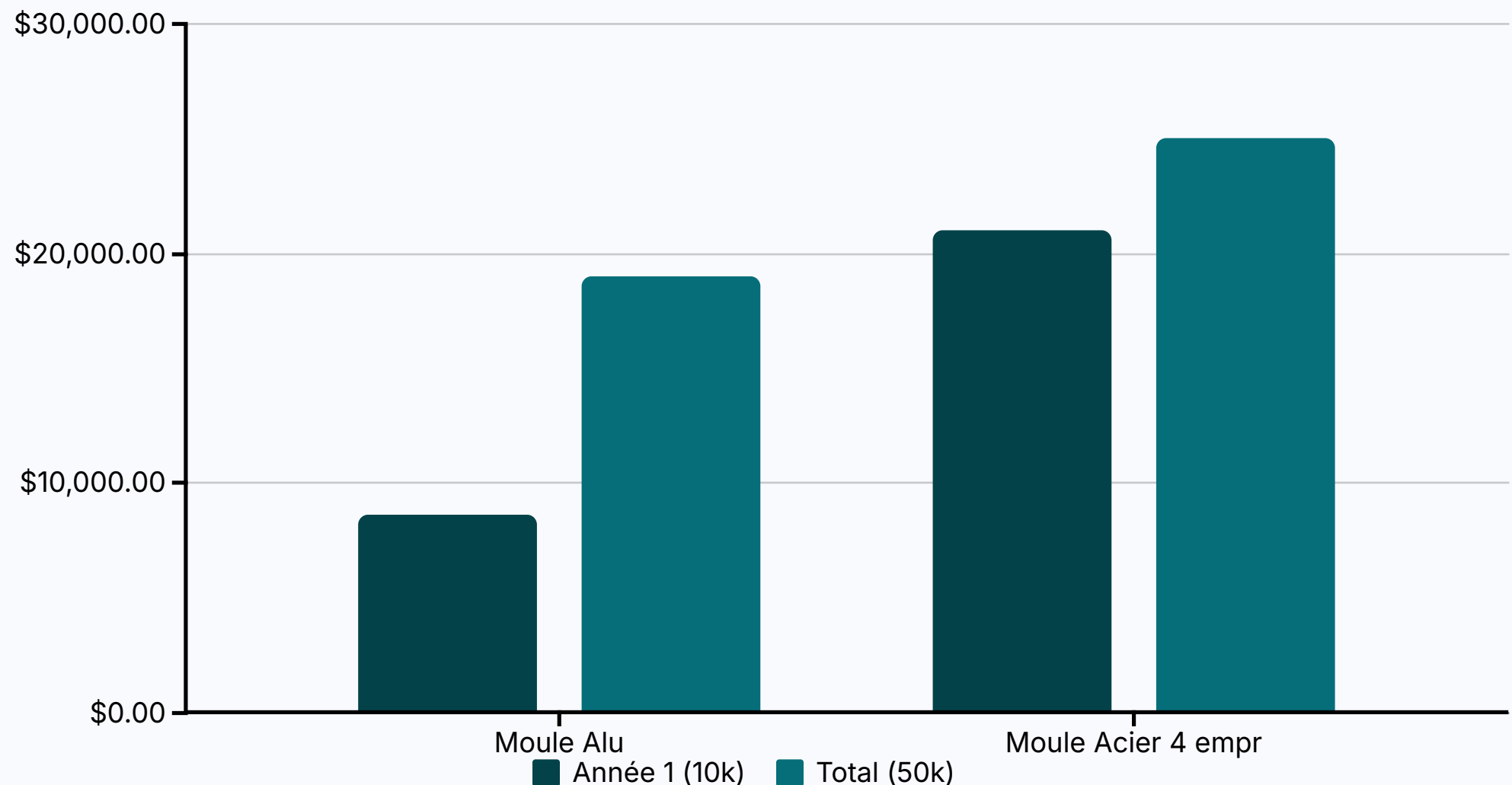
Coût Transformation

Coût machine par heure multiplié par le temps de cycle en heures, divisé par le nombre d'empreintes. Avec une machine à 40€/h et un cycle de 20s mono-empreinte : $40 \times 0,0056 = 0,22\text{€/pièce}$. En 8 empreintes avec cycle de 22s : $40 \times 0,0061 / 8 = 0,03\text{€/pièce}$, soit une réduction de 87%.

Exemple Détaillé : Engrenage 12g en POM

Comparaison Moule Aluminium vs Acier Multi-Empreintes

Analysons un engrenage de 12g en POM avec tolérance $\pm 0,05\text{mm}$. Le volume prévu est de 10 000 pièces la première année, puis 50 000 pièces au total sur plusieurs années. Deux stratégies s'opposent : moule aluminium mono-empreinte économique à court terme, ou moule acier 4 empreintes plus cher initialement mais plus rentable à long terme.



Scénario 1 : Moule Aluminium

Investissement moule : 6 000€
Coût pièce An 1 (10k) : 0,86€
Coût pièce mature (50k) : 0,38€
Coût total lot 50k : 19 000€

Plus rentable sur petits volumes mais prix pièce reste élevé même après amortissement. L'usure du moule peut nécessiter remplacement avant 50 000 cycles.

Scénario 2 : Moule Acier 4 Empreintes

Investissement moule : 20 000€
Coût pièce An 1 (10k) : 2,10€
Coût pièce mature (50k) : 0,50€
Coût total lot 50k : 25 000€

Investissement lourd pénalisant la première année mais devient plus avantageux au-delà de 80 000 pièces. Durabilité garantie sur toute la production.

Leviers d'Optimisation des Coûts

01

Augmenter les Volumes

L'amortissement du moule et les économies d'échelle réduisent le prix unitaire de 30 à 70% selon les volumes. Négocier des volumes prévisionnels sur plusieurs années avec le client.

02

Multi-Empreintes si > 20 000

Division du coût de transformation par le nombre d'empreintes, gain de 50 à 80% sur ce poste. Investissement moule plus élevé amorti rapidement sur grandes séries.

03

Canaux Chauffants

Élimination de la carotte économisant 5-10% de matière, réduction du cycle de 10-20%, gain global de 15 à 25% sur le coût pièce. Rentable au-delà de 20 000 pièces.

04

Optimiser Design Pièce

Réduction du poids limitant matière consommée, épaisseurs constantes raccourcissant le cycle et évitant gauchissement, dépouilles généreuses facilitant éjection, éviter contre-dépouilles complexes simplifiant le moule. Gain 10 à 30%.

05

Choix Matière Optimal

Si fonctionnellement équivalent, privilégier matière moins chère. Exemple PA6 à 2€/kg versus POM à 3€/kg sur pièce 10g économise 0,01€/pièce soit 500€ sur 50 000 pièces.

Cas #1 : Connecteur Électronique USB

PME Électronique - 150 000 Connecteurs sur 3 Ans

Une PME spécialisée en connectique électronique nécessite des connecteurs USB micro-B de 3g en PA66, avec tolérance d'assemblage $\pm 0,08\text{mm}$ et résistance à la soudure vague à 260°C . Le volume prévu atteint 50 000 pièces par an, soit 150 000 au total sur trois ans. L'objectif prix cible de moins de 0,15€/pièce reflète un marché très compétitif.

Défis Techniques

- Tolérance assemblage serrée pour emboîtement PCB précis
- Résistance température soudure 260°C pendant plusieurs secondes
- Prix cible agressif inférieur à 0,15€/pièce après amortissement
- Volumes importants nécessitant haute cadence production

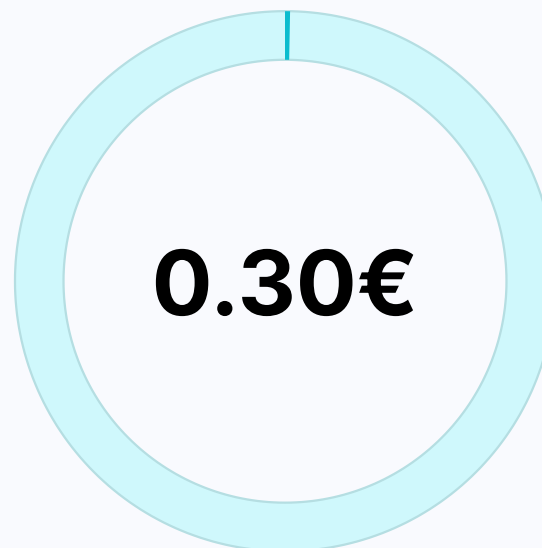
Solutions Mises en Œuvre

Matière PA66 non renforcé pour isolation électrique et résistance thermique, prix 2,5€/kg versus 3,5€/kg pour PA66 GF30. Moule acier 8 empreintes de 35 000€ amorti sur 150 000 pièces. Cycle de 18s avec parois fines de 1,2mm. Contrôles dimensionnels échantillonnage 1/200, visuel 100% par caméra. Validation IQ/OQ/PQ avec Cpk de 1,52 démontré.



Prix Année 1

Supérieur à objectif mais investissement moule amorti progressivement



Prix Année 3

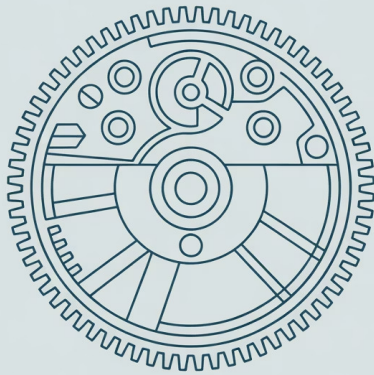
Objectif 0,15€ largement dépassé après amortissement complet moule



Économie Totale

Versus moule mono-empreinte sur 3 ans de production

Cas #2 : Engrenage Horlogerie Suisse



Manufacture Horlogère - Précision Extrême

Une manufacture horlogère suisse commande des pignons d'échappement de 0,8g en POM avec tolérance exceptionnelle de $\pm 0,02\text{mm}$ sur diamètre de 8mm. Le volume limité de 2 000 pièces par an reflète la production artisanale haut de gamme. L'esthétique irréprochable avec poli miroir s'impose pour ce secteur exigeant.

Le moule acier mono-empreinte haute précision de 12 000€ nécessite usinage par électro-érosion avec précision $\pm 0,005\text{mm}$ et polissage miroir Ra inférieur à $0,2\text{ }\mu\text{m}$. La presse de 50 tonnes haute précision avec régulation température moule à $\pm 1^\circ\text{C}$ garantit la stabilité dimensionnelle. Le cycle de 25s intègre refroidissement prolongé pour stabilisation complète.

●●●●● 100%

Contrôle MMT

Toutes pièces mesurées individuellement, aucune exception tolérée

●●●●● 97%

Taux Conformité

Capabilité Cpk 1,68 démontrée, 3% rebuts acceptables vu exigences

●●●●● 0

Réclamations

Zéro réclamation client sur toute la production, qualité irréprochable

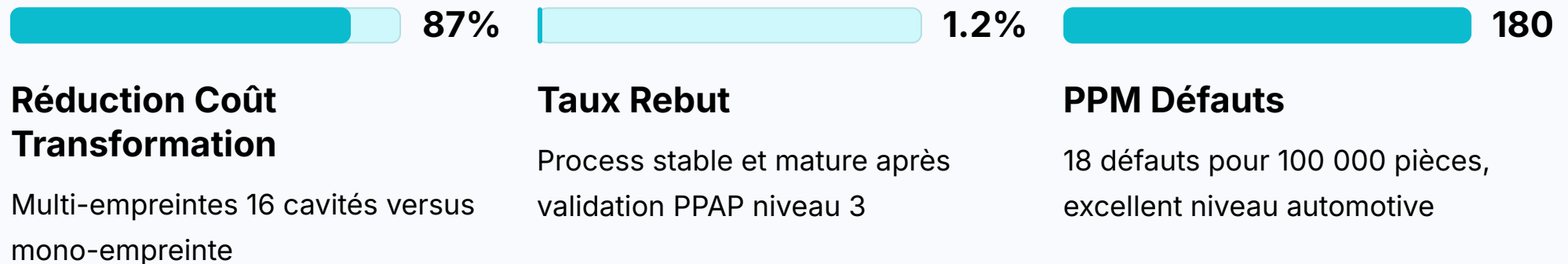
Le prix final de 7,10€ par pièce en année 1 descendant à 2,30€ en année 5 sur 10 000 pièces cumulées reste acceptable pour l'horlogerie haut de gamme où les montres se vendent plus de 5 000€. La tolérance extrême et le contrôle 100% justifient ce positionnement tarifaire premium.

Cas #3 : Clip Automobile Grande Série

Équipementier Tier 1 - 900 000 Clips sur 3 Ans

Un équipementier automobile Tier 1 nécessite des clips de fixation pour garnissages intérieurs de 18g en PA6 GF30, tolérance standard $\pm 0,15\text{mm}$, résistant à 10 000 cycles d'emboîtement et démontage. Le volume annuel de 300 000 pièces sur trois ans totalise 900 000 clips, nécessitant optimisation maximale du coût unitaire et validation selon cahier des charges PPAP automotive.

La matière PA6 GF30 offre résistance traction de 150 MPa versus 80 MPa pour PA6 non renforcé, et rigidité élevée avec faible fluage. Le moule acier 16 empreintes de 65 000€ intègre canaux chauffants éliminant les carottes. La durée de vie de 2 millions de cycles garantit toute la production sans usure. La presse de 200 tonnes produit 2 057 pièces par heure avec un cycle de 28s.



L'objectif de prix inférieur à 0,20€ par pièce est atteint dès la deuxième année avec 0,16€, après amortissement partiel du moule. L'économie de 270 000€ sur les années 2-3 versus approche mono-empreinte valide largement l'investissement initial de 65 000€ dans le moule multi-empreintes.

Cahier des Charges : Informations Générales

Section 1 : Identification du Projet

Désignation de la pièce : _____

Référence client : _____

Fonction principale : _____

Secteur d'application :

☐ Électronique / Connectique

☐ Médical / Instrumentation

☐ Automobile / Transport

☐ Horlogerie / Bijouterie

☐ Optique / Photonique

☐ Pneumatique / Hydraulique

☐ Autre : _____

Société : _____

Interlocuteur technique : _____

Email : _____

Téléphone : _____

Documents fournis :

☐ Plan 2D coté (format PDF)

☐ Modèle 3D (STEP, IGES, STL)

☐ Échantillon physique

☐ Spécification technique détaillée

☐ Cahier des charges fonctionnel

Cahier des Charges : Spécifications Dimensionnelles

Section 2 : Géométrie et Tolérances

Dimensions principales :

Longueur × Largeur × Hauteur : ____ × ____ × ____ mm

Poids cible : ____ g (tolérance ± ____ g)

Épaisseur paroi : ____ mm minimum / ____ mm maximum

Tolérances générales :

☐ ISO 2768-m (moyenne)

☐ ISO 2768-f (fine, recommandé petites pièces techniques)

☐ Autre norme : _____

Tolérances Critiques

Identifier les 2-5 cotes fonctionnelles avec tolérances serrées. Pour chaque cote critique, spécifier dimension nominale, tolérance requise, et justification fonctionnelle (assemblage, étanchéité, fonction mécanique).

Géométrie Complexe

Contre-dépouilles nécessitant tiroirs ou broches : ☐ Oui ☐ Non. Inserts métalliques ou électroniques surmoulés : ☐ Oui ☐ Non. Assemblage avec autres pièces par clips, vissage, encliquetage : décrire précisément.

Cahier des Charges : Matière et Exigences

Sections 3-4-5 : Matériau, Aspect, Fonctionnel

Choix Matière

Matériau souhaité :

- ☐ POM ☐ PA6 ☐ PA66 ☐ PA12
- ☐ PBT ☐ LCP ☐ PC ☐ PEEK
- ☐ Autre : _____

Renfort :

- ☐ Non renforcé
- ☐ Fibres verre ____%
- ☐ Autre charge : _____

Si matériau non défini, spécifier exigences : résistance mécanique, température utilisation, résistance chimique, propriétés électriques.

Aspect et Finition

Surface :

- ☐ Standard mat
- ☐ Poli (Ra ____ μm)
- ☐ Texturé grain ____
- ☐ Transparent cristal
- ☐ Translucide

Couleur :

- ☐ Naturelle matière
- ☐ Colorée (RAL ____)
- ☐ Bi-injection

Défauts tolérés :

Bavures : ☐ Aucune ☐ < 0,1mm
Points noirs : préciser

Fonctionnel

Contraintes mécaniques :

Résistance traction : ____ N
Cycles fatigue : ____ cycles
Température : ____ à ____°C

Assemblage :

Type : ☐ Clips ☐ Vissage
☐ Encliquetage ☐ Collage
Force insertion : ____ N

Étanchéité :

- ☐ Non requise
- ☐ Requise ____ bars

Autres : Contact alimentaire, usage médical, résistance UV

Cahier des Charges : Volumes et Qualité

Section 6 : Volumes et Planning

Volumes prévisionnels :

Année 1 : ____ pièces

Année 2 : ____ pièces

Année 3 : ____ pièces

Total durée vie produit : ____ pièces

Cadence production :

☐ Série unique one-shot : ____ pièces

☐ Séries répétées : ____ pièces tous les ____ (jours/mois)

☐ Production à la demande

Planning :

Date souhaitée échantillons : ____

Date souhaitée première série : ____

Section 8 : Qualité et Contrôles

Contrôles requis :

☐ FAI (First Article Inspection) avec rapport détaillé

☐ Contrôles dimensionnels fréquence 1/____ pièces

☐ Contrôles visuels : 100% ou échantillonnage

☐ Contrôle fonctionnel : décrire

Validation process :

☐ IQ/OQ/PQ requis (médical, automotive)

☐ PPAP requis (automotive niveau ____)

☐ Validation standard

Traçabilité :

☐ Lot matière

☐ Paramètres injection

☐ Traçabilité complète

Checklist Validation Cahier des Charges

Avant Envoi à l'Injecteur

- **Poids pièce spécifié clairement**

Confirmation que poids inférieur à 50g caractérise bien une petite pièce technique

- **Plan 2D ou modèle 3D fourni**

Documentation technique complète avec toutes les cotes nécessaires à la fabrication

- **Tolérances critiques identifiées et justifiées**

Chaque tolérance serrée expliquée par sa fonction (assemblage, étanchéité, esthétique)

- **Matière définie ou exigences fonctionnelles claires**

Soit matière spécifiée précisément, soit critères de performance détaillés pour recommandation

- **Volumes prévisionnels réalistes communiqués**

Estimation An1, An2, An3 et total durée vie produit pour dimensionner moule correctement

- **Aspect et finition spécifiés**

État de surface, couleur, texture, défauts tolérés définis sans ambiguïté

- **Exigences assemblage et étanchéité précisées**

Type assemblage, forces nécessaires, pressions service si applicable

- **Contrôles qualité définis**

Fréquence contrôles, critères acceptation, exigences validation process

- **Conditionnement décrit**

Emballage primaire et secondaire, protection ESD si nécessaire, étiquetage

- **Budget indicatif communiqué**

Fourchette budget moule et prix cible pièce pour valider faisabilité économique

- **Délai réaliste tenant compte fabrication moule**

Prévoir 6-12 semaines fabrication moule acier, 3-8 semaines aluminium minimum

CF Injection - Votre Partenaire Petites Pièces Techniques

27 Ans d'Expertise à Votre Service

CF Injection se positionne comme spécialiste français de l'injection plastique pour petites séries techniques depuis 1999. Notre expertise couvre les pièces de 0,1g à 100g avec tolérances jusqu'à $\pm 0,01\text{mm}$ et capacité Cpk supérieure à 1,33 démontrée.

Nous acceptons des volumes dès 100 pièces sans minimum contraignant, avec accompagnement DFM gratuit pour optimiser votre design.

Notre parc machines de 50 à 150 tonnes s'adapte parfaitement aux petites pièces.

Les moules aluminium et acier sont conçus et fabriqués avec précision par notre associé Mouliste SERMMF depuis plus de 30 ans, du mono-empreinte au multi-empreintes avec ou sans tiroirs pour optimiser vos coûts sur petites, moyennes et grandes séries.



27

Années Expérience

Expertise petites pièces techniques depuis 1999

± 0.02

Tolérance mm

Précision maximale accessible

100

Pièces Minimum

Acceptation petites séries sans minimum contraignant

Contact

 contact@cf-injection.com

 www.cf-injection.com

 Chambly (60230), Oise, France

Sources utilisés pour la création de ce document :

1. **ISO 2768-f:2016** – Tolérances générales pour pièces mécaniques
2. **ISO 294-4:2018** – Plastiques, injection, retrait et anisotropie
3. **ISO 10360** – Exigences métrologiques MMT, contrôle dimensionnel
4. **ISO 11469:2020** – Marquage et identification des matières plastiques
5. **ISO 13485:2021** – Management de la qualité pour dispositifs médicaux
6. **ISO 22514-4:2022** – Méthodes statistiques de capacité de processus
7. **ISO 10993** – Évaluation biologique des dispositifs médicaux
8. **ISO 11135** – Stérilisation au gaz (EtO) pour dispositifs médicaux
9. **VDI 3405:2021** – Précision usinage moules et micro-injection
10. **VDI 2013:2022** – Vitesses injection, process haute performance
11. **VDI 2220:2021** – Cycles d'injection, productivité et maintenance
12. **VDI 2896:2019** – Multi-empreintes et calculs productivité/ROI
13. **VDI 2617-1** – Métrologie et contrôle qualité industriels
14. **SPI Plastics Handbook 2023/2024** – Référentiel injection matières et process
15. **AIAG MSA 2025** – Measurement System Analysis (Cpk, qualité série)
16. **BASF Design Guide 2024** – Spécificités matériaux techniques et polymères médicaux
17. **Celanese Datasheets 2024** – Propriétés POM, LCP, PPS, grades médicaux
18. **DuPont Zytel PA66 2024** – Propriétés PA66 GF et retrait
19. **Engel Tech Note 2024** – Vitesse injection et contrôle thermique
20. **HASCO Hot-Runner Guide 2025** – Canaux chauffants, optimisation matière
21. **ARBURG Tech Report 2023** – Technologie presses à injection, multi-empreinte
22. **Plastics Europe 2025** – Marché, prix, typologie matières techniques
23. **FDA QSR** – Good Manufacturing Practices (médical, USA)
24. **ISO 9001** – Management qualité général industrie
25. **ISO 2859-1** – Plans d'échantillonnage pour contrôle qualité
26. **Indaver Market Data 2025, ICIS PA12 Market Report 2025** – Prix matières premières (PA12, POM)