

LES FONDAMENTAUX DE LA CONCEPTION D'UNE PIÈCE

POUR L'INJECTION PLASTIQUE

Par Plastisem

NOUVELLE
VERSION
V2

- ★ Découvrir le processus de fabrication d'une pièce par injection plastique
- ★ Connaître les principales règles de la conception d'une pièce injectable
- ★ Gérer un projet incluant des pièces fabriquées en injection plastique



LES
FONDAMENTAUX
DE LA CONCEPTION
D'UNE PIÈCE

POUR
L'INJECTION
PLASTIQUE



Par Plastisem

Plastisem



SOMMAIRE

/01	INTRODUCTION	05
	À qui s'adresse cet ouvrage ?	05
	Quand utiliser l'injection plastique ?	05
/02	L'INJECTION PLASTIQUE	07
	Son histoire.....	07
	Le plastique : définition.....	08
	Fonctionnement d'une presse à injecter.....	09
	Structure d'un moule	10
	Caractéristiques d'une pièce injectée	11
/03	CONCEVOIR SA PIÈCE	15
	Les règles de base	15
	Les épaisseurs constantes	
	Rayonner les arêtes	
	Les dépouilles	
	Gérer les contre-dépouilles	
	Astuces de conception	19
	Les nervures	
	Les puits	
	Éviter les tiroirs	
	Bien assembler son boîtier	
	Les pièces identiques	
	Inserts et surmoulages	
	Les principales normes utilisées.....	25
	Les tolérances, la norme NF T 58-000	
	Norme UL94, résistance à la flamme	
	Étanchéité, les indices IP	



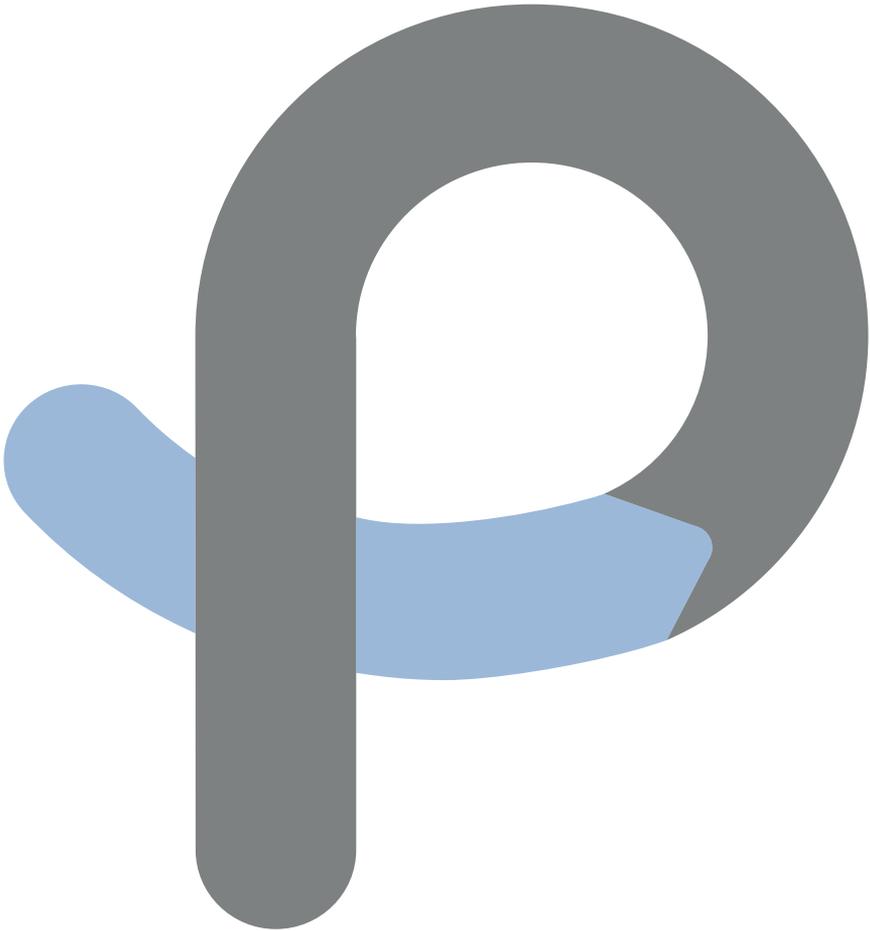
/04	FINITIONS DE LA PIÈCE	31
	Les états de surface	31
	Logos et textes en relief	33
	Logos et textes en tampographie.....	34
	Les couleurs	34

/05	LES THERMOPLASTIQUES	36
	Les thermoplastiques courants.....	36
	Les bioplastiques.....	42
	Les plastiques recyclés	43
	Les adjuvants	45

/06	POURQUOI TRAVAILLER AVEC PLASTISEM ?	46
	Plastisem, de la modélisation 3D à l'injection plastique.....	46
	Déroulement type de projets	47

/07	GLOSSAIRE	50
------------	------------------------	----

Plastisem



A. À qui s'adresse cet ouvrage ?

Cet ouvrage de vulgarisation de la technique de l'injection plastique a pour but de permettre à quiconque, quel que soit son niveau technique, de mener à bien un projet incluant la fabrication de pièces par l'injection plastique. Ainsi, il s'adresse donc aussi bien à un porteur de projet ayant besoin des connaissances de base pour échanger avec son bureau d'études, qu'à un étudiant en conception 3D souhaitant mieux connaître cette discipline, qu'à un bureau d'études qui n'est pas familier avec cette méthode, mais qui dans le cadre de la réalisation d'un projet doit inclure ce procédé de fabrication.

Avec ce guide, nous cherchons à répondre le plus efficacement possible à toutes les questions qui nous ont été posées ces dernières années dans le cadre de rencontres avec nos différents clients. Il n'a pas pour but de faire un état de l'art, mais simplement de donner les principales règles de l'injection plastique qui aideront à mener efficacement un projet à son terme.

B. Quand utiliser l'injection plastique ?

L'injection plastique est une méthode de production faite pour la fabrication de pièces identiques en série. Elle commence généralement à être intéressante vis-à-vis des autres méthodes à partir de quelques centaines de pièces.

★ Un intérêt économique

À partir d'un certain seuil, ce procédé de fabrication va souvent devenir économiquement plus intéressant que les autres méthodes notamment grâce à une matière première peu onéreuse, des temps de fabrication courts et un poids faible.

★ Un intérêt technique

L'injection plastique a également des atouts techniques. Cette méthode de fabrication permet d'avoir de beaux états de surface sans retouche ainsi qu'un ratio poids/solidité très intéressant.

	Aspect pièce	Résistance	Coût série	Délai prod	Poids pièce
Injection plastique	★★★★	★★	★★★★	★★★★	★★★★
Usinage plastique	★	★★	★	★★	★★
Usinage métal	★★	★★★★	★	★	★
Impression 3D	★	★	★	★	★★★★

Tableau indicatif pour une série de 5 000 pièces

★ peu intéressant ★★ intéressant ★★★ très intéressant

A. Son histoire

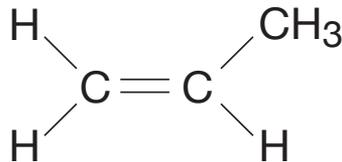
La plasturgie existe depuis l'Antiquité avec notamment la caséine, mais elle se développe surtout au cours du 19e siècle avec la mise au point de nouveaux plastiques comme le Chlorure de Vinyle, les Celluloïds ou la Galalithe (à base de lait). À ce stade, ces nouveaux matériaux permettent de fabriquer de petits objets et commencent à se substituer à des matériaux existants. Ils restent néanmoins souvent usinés et non moulés.

La première partie du 20e siècle voit les grandes découvertes de nouveaux polymères et des processus industriels. C'est notamment l'apparition de l'injection plastique. Sur cette période, on découvre la Bakélite, le Polychlorure de Vinyle - PVC, Polyméthacrylate de Méthyle - PMMA, le Polyéthylène Haute Densité - PEHD ou encore les Polyamides - PA. La demande pour ces nouveaux matériaux grandit notamment lors de la Seconde Guerre mondiale.

La deuxième partie du 20e siècle verra l'essor de la plasturgie et ses entreprises seront comme nos start-up actuelles. Bien que les principaux matériaux aient déjà été découverts, ils vont devenir de plus en plus performants et leur transformation industrialisée, notamment via l'injection plastique. Ainsi, la production de polymères est passée de 1.5 million de tonnes en 1950 à 450 millions de tonnes en 2022.

B. Le plastique : définition

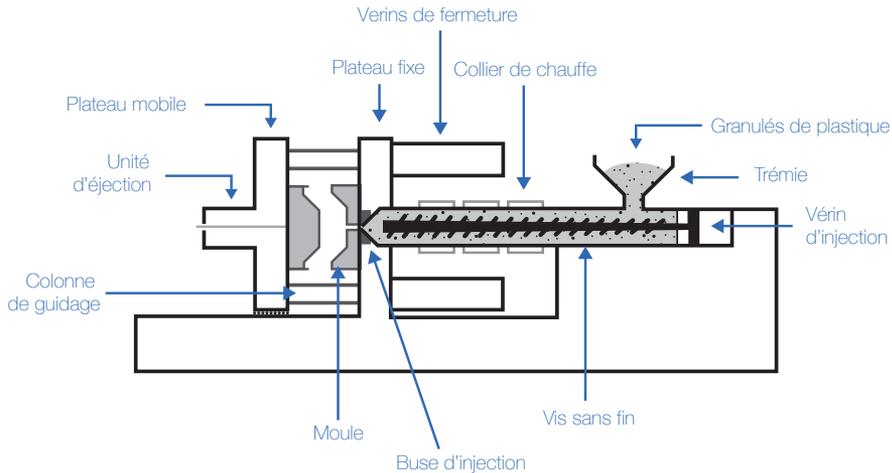
La matière plastique est un polymère principalement composé d'atomes de carbone, d'oxygène, d'hydrogène et d'azote. Il est fabriqué majoritairement par la polymérisation de l'éthylène, du propylène et de l'acétylène qui sont des produits intermédiaires issus du vapocraquage du pétrole, gaz naturel ou encore charbon.



► Formule chimique du polypropylène

Il existe deux grandes familles de plastiques : les thermoplastiques et les thermodurcissables. Les thermoplastiques, majoritairement utilisés en injection plastique, extrusion, thermoformage, se déforment à la chaleur. Cette propriété leur confère d'être facilement moulables et d'être recyclables quasiment indéfiniment. À l'inverse, les thermodurcissables ne se déforment pas à la chaleur. Cette particularité leur confère de bonnes propriétés mécaniques, mais complexifie leur mise en application ainsi que le recyclage du matériau. Ils sont principalement utilisés dans des pièces très techniques ou de grandes pièces comme des coques de bateaux. Dans ce guide, nous nous concentrerons sur les thermoplastiques correspondant au procédé d'injection plastique mis en œuvre par Plastisem.

C. Fonctionnement d'une presse à injecter

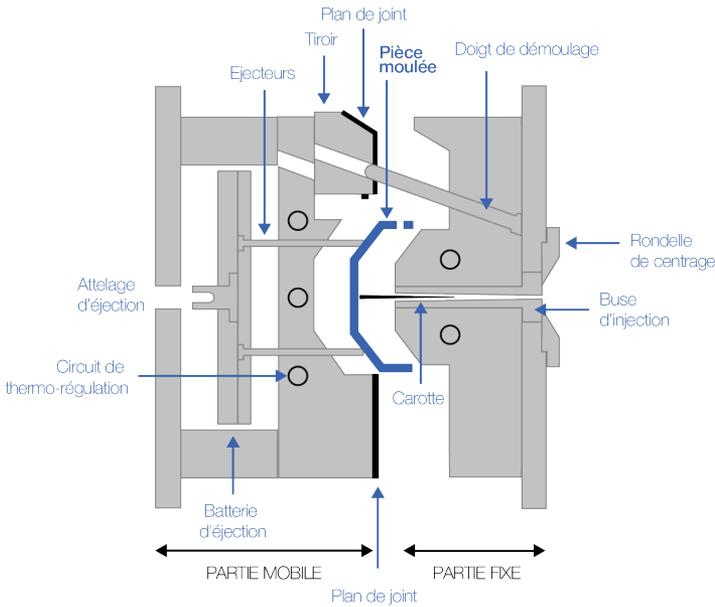


► Presse à injecter

Le fonctionnement d'une presse à injecter pour la production de pièces est relativement simple. Des granulés de 2 à 3 mm de plastique sont versés dans la trémie. Ensuite, cette matière est ramollie en étant portée à 200°C – 350°C grâce à l'action combinée de la friction de la vis et des colliers de chauffe. La matière ainsi malléable est poussée vers la buse puis injectée dans le moule grâce au vérin d'injection. La pression d'injection peut atteindre 2 500 bars. La matière se répartit de façon homogène dans la cavité de l'outillage pour prendre sa forme définitive. La pièce est ensuite refroidie en quelques secondes entre 50°C et 80°C afin de la solidifier. La presse ouvre l'outillage et les éventuels tiroirs, la pièce est éjectée par la batterie d'éjection et chute dans un bac ou est saisie par un robot manipulateur. La presse se referme et le cycle recommence.

D. Structure d'un moule

Le moule, également appelé outillage, est un élément déterminant dans le processus de fabrication d'une pièce injectée. C'est lui qui va donner la forme définitive à la pièce. Généralement fabriqué en acier, il va peser de quelques dizaines de kilos à plusieurs tonnes.



► Structure d'un moule

Partie mobile : partie du moule bridée sur le plateau mobile qui se déplace pour l'ouverture.

Partie fixe : partie du moule bridée sur le plateau fixe de la presse.

Batterie d'éjection : ensemble des éléments mobiles servant à éjecter la pièce.

Éjecteurs : de forme cylindrique dans la plupart des cas, il en existe de toutes formes et vont servir à éjecter la pièce.

Attelage d'éjection : élément permettant d'atteler la batterie d'éjection à la presse.

Plan de joint : cette zone correspond à la jonction entre les différentes parties du moule.

Tiroir : utilisé si la pièce a des formes qui ne peuvent pas être démoulées naturellement.

Pièce moulée : il s'agit de la pièce une fois injectée et refroidie qui aura alors pris la forme de la cavité usinée.

Buse d'injection : le plastique fondu venant de la vis sans fin passe par la buse afin de remplir la pièce injectée. Le surplus de matière restant dans la buse et dans le canal d'alimentation est appelé carotte.

Rondelle de centrage : cette rondelle sert à aligner le moule et l'unité d'injection de la presse pour se recentrer rapidement et simplement.

Circuit de thermo-régulation : il est utilisé pour maintenir le moule entre 15°C et 90°C en fonction de la matière injectée.

E. Caractéristiques d'une pièce injectée

Les pièces fabriquées via un processus d'injection plastique vont avoir quatre caractéristiques qui vont les différencier des pièces fabriquées via un autre processus :

- **Le point d'injection** correspondant à l'entrée de la matière dans la pièce
- **Les traces d'éjecteurs** nécessaires pour démouler la pièce de l'outillage
- **La ligne de plan de joint** au niveau des zones de fermeture du moule
- **Les dépouilles**, pour faciliter la sortie de la pièce de l'outillage en limitant les contraintes et sans la rayer.

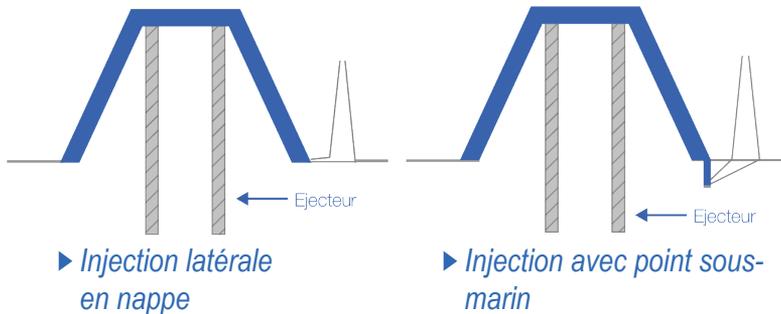
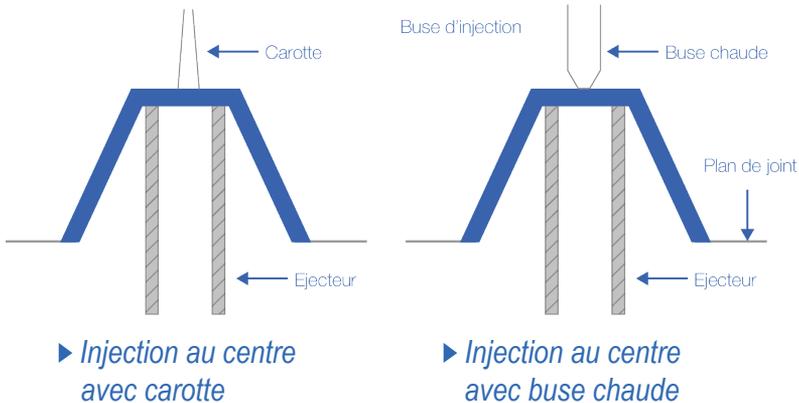
★ Le point d'injection

Le point d'injection, c'est par là que la matière entre dans l'empreinte de l'outillage. Sur toute pièce en plastique injectée, il y a un point d'injection. Il se présente généralement sous forme d'un petit picot ou d'une nappe. À la conception de l'outillage, il est important de voir avec le mouliste où sera fait ce point d'injection et de quel type il sera, surtout si c'est une pièce d'aspect. Le choix du point d'injection est du ressort du mouliste. En effet, c'est lui qui dira où et comment le placer afin d'optimiser l'équilibre du moule et de bien remplir la pièce.

Le point d'injection peut se trouver au centre de la pièce ou sur un bord extérieur.

Avec un point d'injection au centre, les avantages sont un bon équilibrage des pressions lors de l'injection et une optimisation des dimensions de l'outillage. Ses principaux inconvénients sont la difficulté à couper la carotte d'injection pour les outillages sans buse chaude, et en cas de buse chaude, le coût de cette option qui peut s'avérer prohibitif pour des petites séries. Le point d'injection au centre avec buse chaude est donc à privilégier pour des grandes séries, à contrario, l'injection au centre avec carotte est à privilégier pour la petite série de pièces techniques.

Un point d'injection sur le bord a également des avantages. Il permet notamment une coupe facilitée du canal d'injection, de faire à moindre coût des moules multi-empreintes et de mettre un point sous-marin pour un égrappage automatique. Ses principaux inconvénients sont un potentiel déséquilibre du moule et des lignes de soudure qui peuvent être plus visibles. Le point d'injection sur un bord sera donc privilégié pour les pièces d'aspects en petite et moyenne série ou dans les cas de moules multi-empreintes à coût modéré.



★ Les traces d'éjecteurs

Lors de l'injection du plastique dans l'outillage, la matière va être soumise à de très fortes pressions qui vont la compresser et cette dernière va se rétracter de 0.5% à 3.0% lors du refroidissement et serrer le noyau central. Pour démouler la pièce, il faut donc la pousser via des éjecteurs guidés par une batterie d'éjection. La force nécessaire pour éjecter la pièce peut atteindre plusieurs tonnes. Les éjecteurs vont donc laisser sur la partie intérieure de la pièce de petites traces généralement de forme ronde ou rectangulaire. Ainsi, il est important de savoir de quel côté de la pièce il est possible de laisser ces marques sans altérer l'aspect ou les propriétés techniques de l'objet fabriqué.

Pour des cas spécifiques, par exemple une pièce d'aspect visible des deux côtés, il est possible d'utiliser d'autres techniques d'éjection : plaques dévétisseuses, éjection par air comprimé ou encore utilisation de tiroirs latéraux. Ces techniques, plus onéreuses, sont à réserver aux cas très spécifiques.

★ Ligne de plan de joint

La ligne de plan de joint se forme sur la pièce au niveau de la rencontre des différents éléments mobiles de l'outillage. Elle forme une légère ligne continue qui fait le tour de la pièce, et au niveau de la jonction avec les tiroirs.

Lors de la conception de la pièce et du moule, surtout si c'est une pièce d'aspect, il faut trouver un endroit où faire passer cette ligne ou une façon de la masquer. Ainsi, sur un boîtier elle sera souvent mise à la base qui n'est pas visible. Elle peut être également fondue entre deux états de surface différents ou posée sur une légère boursouffure décorative.

★ Les dépouilles

C'est la quatrième caractéristique d'une pièce fabriquée par la méthode de l'injection plastique. Contrairement aux trois précédentes qui sont principalement du ressort du mouliste, la pose des dépouilles est à prévoir lors de la conception de la pièce, cette partie-ci sera donc approfondie dans le chapitre « Concevoir sa pièce ».

Il n'est pas possible - ou difficilement réalisable - de sortir une pièce d'un outillage avec des parois perpendiculaires au plan de joint. En effet, comme la matière se rétracte, et reste sous forte contrainte sur le noyau du moule, elle devient difficile à extraire sans déformation, casse ou rayure. Il faut donc mettre des dépouilles sur l'ensemble de ces parois avec des angles compris entre 1.0 et 5.0 degrés.

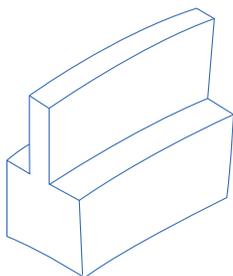
A. Les règles de base

1. Les épaisseurs constantes

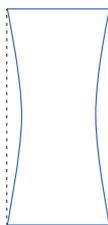
C'est certainement la règle la plus importante en plasturgie, car toutes les parois de la pièce, hors nervures, doivent être de la même épaisseur.

L'épaisseur des parois des pièces est très importante. Elle va en effet influencer sur la rigidité de la pièce, son aspect et sur son poids. Si elle est trop fine, elle sera cassante et difficile à remplir. À l'inverse, si elle est trop épaisse elle présentera des risques de gauchissement, de retassures et le temps de cycle de production augmentera sensiblement.

Généralement, les principaux thermoplastiques se travaillent pour les parties fonctionnelles entre 1.5 et 3.5 mm.



► Gauchissement

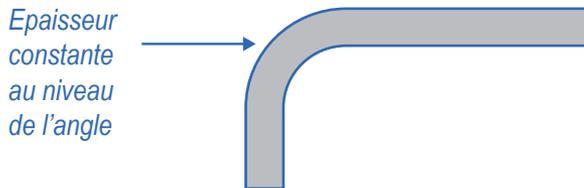


► Retassure

Pour un boîtier électronique réalisé en ABS, une épaisseur de 2.5 mm des parois extérieures est généralement un bon compromis. Pour les boîtiers de moins de 5 cm, il est possible de descendre à 2.0 mm et pour ceux de plus de 15 cm, il est préférable de monter à 3.0 mm.

2. Rayonner les arêtes

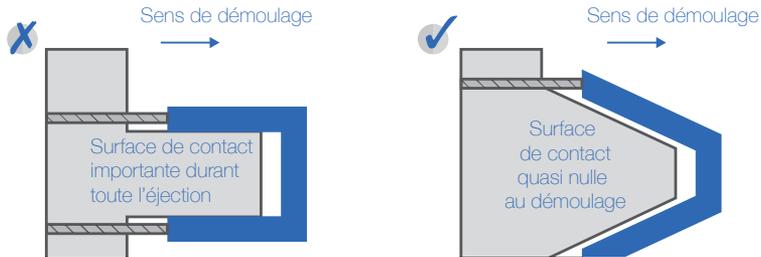
Rayonner les arêtes quand c'est possible permet d'éviter les amorces de rupture sur la pièce et permet un meilleur écoulement de la matière dans le moule lors de l'injection. Il est recommandé que le rayon intérieur fasse au minimum la moitié de l'épaisseur de la paroi. Le rayon extérieur doit quant à lui être dessiné de façon à ce que l'épaisseur de la paroi au niveau de l'angle reste identique au reste de la pièce.



Par exemple, pour une pièce avec une paroi de 3 mm, le rayon intérieur sera au minimum de 1.5 mm et le rayon extérieur de 4.5 mm.

3. Les dépouilles

La dépouille est une étape de conception importante. Elle interviendra généralement en toute fin de conception. Elle permet un bon démoulage de la pièce évitant ainsi des rayures qui pourraient se produire si l'on éjectait une paroi verticale sur une autre paroi verticale.



En fonction de la matière et des états de surface de la pièce, l'angle de dépouille est compris entre 1.0 et 5.0 degrés.

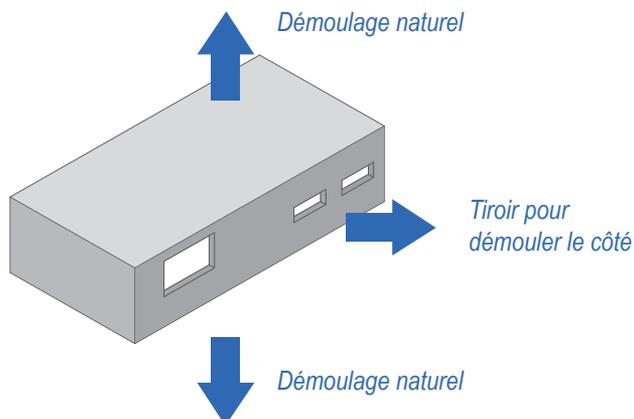
1 degré : à éviter. Si nécessaire, utiliser un état de surface lisse type polissage miroir pour éviter les risques de rayures lors du démoulage.

2 à 3 degrés : dépouille couramment utilisée. Elle permet l'utilisation d'un sablage ou d'un petit grain charmille type 18 ou 24 sur les pièces d'aspect.

5 degrés : à utiliser quand il y a un gros grain de finition ou avec certains plastiques comme les élastomères qui accrochent davantage à l'outillage.

4. Gérer les contre-dépouilles

Pour se démouler de l'outillage, une pièce en plastique ne doit pas avoir d'éléments qui viennent latéralement empêcher son démoulage naturel.



► Démoulage d'un boîtier avec connecteurs

Si, néanmoins, dans le cadre de projet il y a une forme comprenant une ou plusieurs contre-dépouilles, il faudra alors incorporer au moule des tiroirs latéraux. Ces éléments additionnels du moule engendreront un coût supplémentaire non négligeable.

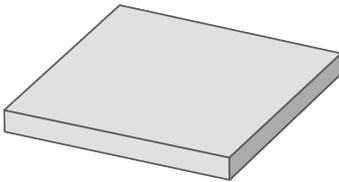
Dans tous les cas, il faut chercher à les limiter et mettre si possible tous les éléments en contre-dépouille sur la même face de la pièce afin de limiter le nombre de tiroirs.

B. Astuces de conception

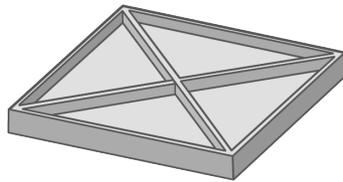
1. Les nervures

Les nervures sont omniprésentes dans la plasturgie, que ce soit pour rigidifier une pièce, relier différents éléments entre eux ou encore faciliter la circulation de la matière dans l'empreinte du moule.

Pour rigidifier une pièce, on pourrait avoir tendance à vouloir grossir la section de la pièce. Mais le simple fait d'ajouter des nervures suffira dans la plupart des cas en réduisant ainsi le poids de la pièce et donc son coût, tout en évitant les risques de retassures et les bulles de vide.

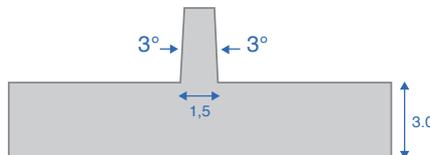


► Pièce épaissie



► Pièce nervurée

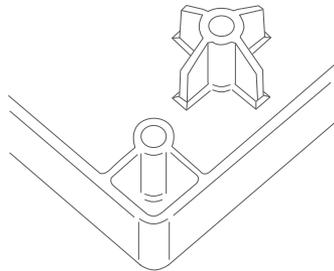
À retenir : L'épaisseur d'une nervure doit être comprise entre 0.33 et 0.66 fois l'épaisseur de la pièce selon les matières. Les nervures doivent également être dépouillées tout comme le reste de la pièce. On prendra donc comme référence pour la mesure la base de la rainure.



► Exemple d'une nervure à 0,5 fois l'épaisseur avec une dépouille de 3°

2. Les puits

Lors de la conception d'une pièce, il peut être nécessaire de concevoir des puits, cheminées ou plots pour assembler les différents éléments. Ces derniers pourront prendre diverses formes et être renforcés à l'aide de nervures.

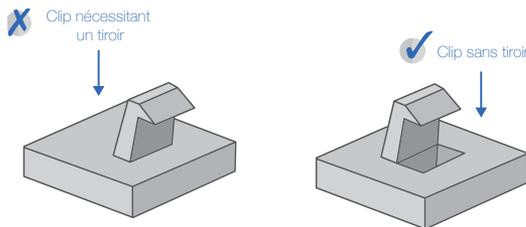


► Exemple de puits maintenus avec des nervures

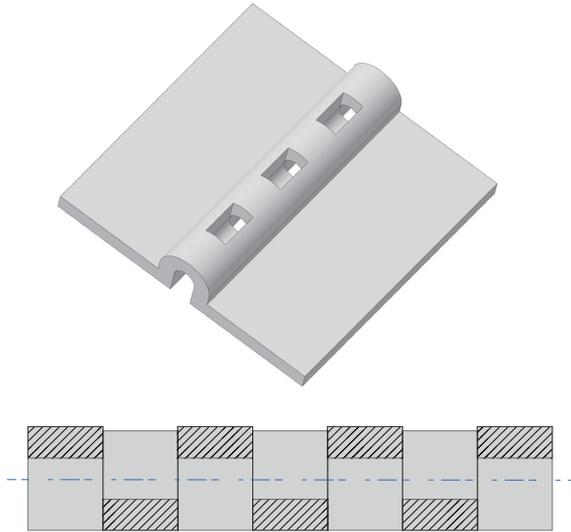
Pour que les puits ou plots ne créent pas une retassure, il faut que les épaisseurs de parois respectent la même règle que pour les nervures et que les puits ne soient pas directement posés sur la paroi du boîtier.

3. Éviter les tiroirs

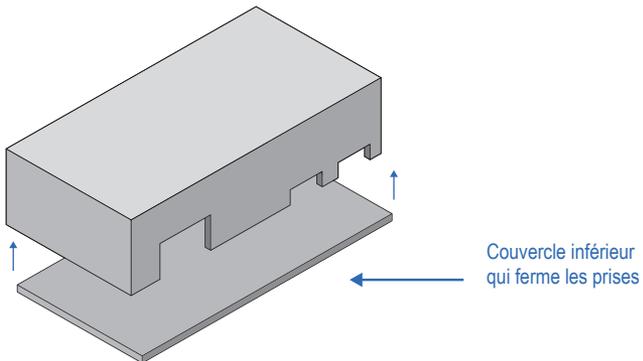
Pour limiter les coûts de l'outillage, mieux vaut limiter voire éviter les tiroirs et donc privilégier les démoulages naturels. Ci-dessous quelques exemples d'optimisations évitant les tiroirs.



► Démoulage naturel d'un clip



► Démoulage naturel d'un fût



► Démoulage naturel de connecteurs sur un boîtier

4. Bien assembler son boîtier

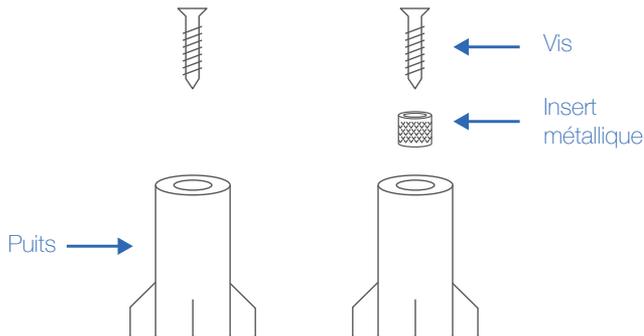
Il existe de nombreuses façons, en fonction des différentes contraintes, d'assembler un boîtier. Les principales sont :

Les clips : solution simple, rapide à l'assemblage et économique, elle a néanmoins deux principaux défauts :

- Elle engendre un démontage difficile.
- Elle n'assure pas une bonne étanchéité entre les parties assemblées, car les clips ne sont pas « serrants ».

Les vis auto-taraudeuses : solution la plus utilisée dans l'assemblage de deux capots en plastique, la vis auto-taraudeuse va faire son propre pas de vis dans le puits lors du vissage. Elle permet de bien fermer le boîtier et notamment, s'il y a un joint, de venir l'écraser pour assurer une étanchéité de type norme IP 67 ou IP 44. Le puits de la vis auto-taraudeuse va accepter 1 ou 2 démontages, rarement plus.

Les vis avec insert métallique : cette solution a les mêmes caractéristiques que la vis auto-taraudeuse mais grâce à l'insert métallique placé dans le puits, elle permet un couple de serrage plus fort et un nombre de montage/démontage quasiment infini. Cette solution nécessitant la pose d'un insert métallique est néanmoins la plus onéreuse.



La colle : solution souvent prise à tort pour la plus simple et la moins onéreuse, elle n'est à utiliser que dans des cas spécifiques. En effet, cet assemblage nécessite l'utilisation d'un processus spécifique pour l'utilisation des colles qui est complexe à mettre en œuvre. Quand c'est possible, privilégier l'utilisation des clips ou vis auto-taraudeuses.

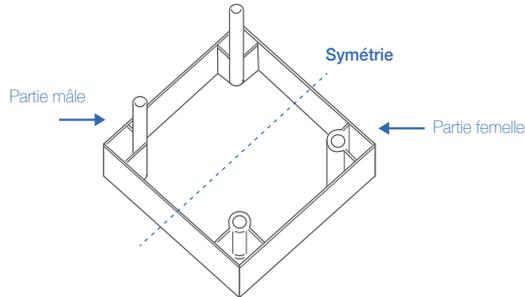
La soudure ultrason : Elle repose sur la conversion de l'énergie électrique en vibrations ultrasoniques qui génèrent de la chaleur localement, permettant ainsi de fusionner les pièces. Ce processus est rapide, ne nécessite pas de matériaux d'apport ou de colles, et crée des joints solides et étanches. Elle nécessite cependant une sonotrode et un support d'assemblage spécifique. Les avantages incluent une production rapide, une précision élevée, et la possibilité de souder des matériaux thermoplastiques sans altérer les propriétés chimiques des pièces.

5. Les pièces identiques

En injection plastique, la fabrication d'un outillage est un poste de coût important. Il faut donc chercher à limiter le nombre de pièces différentes. On peut ainsi jouer avec la symétrie des pièces principalement de 2 façons :

Une pièce gauche/droite ou bas/haut identique : cette astuce de conception permet d'utiliser la même pièce à différents endroits de l'assemblage. Dans l'automobile la coque du rétroviseur gauche et droit est identique, par exemple.

Une coque à la fois mâle et femelle : souvent utilisée pour fabriquer des boîtiers, cette construction permet en effet de réaliser un boîtier composé d'un capot supérieur et d'un capot inférieur avec la même pièce. Il suffit de placer les tétons mâles d'un côté du boîtier et de mettre en symétrie les parties femelles. Ainsi, deux capots identiques s'emboîtent l'un dans l'autre. Cette solution peut être utilisée également avec des plots, des vis ou des clips.



6. Inserts et surmoulage

Il est possible de compléter la pièce fabriquée en injection plastique par d'autres pièces, métalliques ou non, afin d'améliorer ses caractéristiques.

Les inserts sont posés après l'injection de la pièce. Ce sont souvent des pas de vis métalliques qui vont dans les puits afin d'en améliorer la durée de vie. Ils se posent manuellement en étant frappés ou collés.

Le surmoulage se fait quant à lui pendant l'injection. L'opérateur sur presse dépose dans le moule un élément qui sera enrobé partiellement ou totalement par du plastique. Cet élément peut être soit métallique, soit plastique. Dans ce cas c'est un moyen détourné et économique pour remplacer la bi-injection. L'avantage du surmoulage est la résistance et la solidité qu'il apporte entre l'élément surmoulé et la pièce injectée. Le surmoulage permet également d'éviter une phase postérieure d'assemblage ou collage.

Chez Plastisem, le surmoulage est fréquemment utilisé grâce à notre presse à injecter verticale et nos presses horizontales. Nous surmoulons des éléments de visserie, des axes métalliques, des roulements à billes, des aimants et des parties en plastique pour faire des pièces en bi-matière.

C. Les principales normes utilisées

1. Les tolérances, la norme NF T 58-000

La norme NF T 58-000 est une des références en plasturgie pour la définition des tolérances applicables en fonction du type de plastique, de la taille de la pièce et de sa classe de tolérance.

Ainsi la norme définit 3 classes de tolérances :

- **La classe standard** : la production se fait avec des machines et des outillages standards. C'est la classe qui s'applique par défaut chez les injecteurs plastique en l'absence de contre-indication sur le plan.
- **La classe réduite** : la production se fait avec des outillages plus spécifiques et un contrôle en cours de production renforcé. Cette classe entraîne une hausse notable du coût de l'outillage et de la production des pièces. Elle n'est à utiliser que dans des cas spécifiques où les tolérances de la pièce sont importantes.
- **La classe de précision** : la production se fait avec des machines et des outillages spécifiques qui entraînent des coûts très élevés. Elle n'est pas mise en place chez Plastisem.

Ces tolérances varient en fonction de 5 familles de plastiques dont uniquement les 3, 4 et 5 concernent les thermoplastiques.

- **Catégorie 3** : PA 6, POM
- **Catégorie 4** : ABS, PA6 30% FV, PC, PMMA, PS
- **Catégorie 5** : PEHD, PEBD, PP

En fonction de leurs duretés, des élastomères SEBS sont classés soit dans la catégorie 3 si le Shore D est supérieur à 50, soit dans la catégorie 5 s'il est inférieur.

Catégorie 3

Dimension mm	Hors plan de joint		Incluant le plan de joint	
	Standard	Réduite	Standard	Réduite
$x \leq 1$	$\pm 0,13$	$\pm 0,08$	$\pm 0,16$	$\pm 0,11$
$1 < x \leq 3$	$\pm 0,15$	$\pm 0,09$	$\pm 0,18$	$\pm 0,12$
$3 < x \leq 6$	$\pm 0,17$	$\pm 0,10$	$\pm 0,20$	$\pm 0,13$
$6 < x \leq 10$	$\pm 0,20$	$\pm 0,11$	$\pm 0,22$	$\pm 0,14$
$10 < x \leq 15$	$\pm 0,22$	$\pm 0,13$	$\pm 0,25$	$\pm 0,16$
$15 < x \leq 22$	$\pm 0,25$	$\pm 0,15$	$\pm 0,28$	$\pm 0,18$
$22 < x \leq 30$	$\pm 0,28$	$\pm 0,17$	$\pm 0,31$	$\pm 0,20$
$30 < x \leq 40$	$\pm 0,32$	$\pm 0,20$	$\pm 0,35$	$\pm 0,23$
$40 < x \leq 53$	$\pm 0,37$	$\pm 0,24$	$\pm 0,40$	$\pm 0,27$
$53 < x \leq 70$	$\pm 0,44$	$\pm 0,28$	$\pm 0,47$	$\pm 0,31$
$70 < x \leq 90$	$\pm 0,50$	$\pm 0,34$	$\pm 0,55$	$\pm 0,37$
$90 < x \leq 115$	$\pm 0,60$	$\pm 0,41$	$\pm 0,65$	$\pm 0,44$
$115 < x \leq 150$	$\pm 0,75$	$\pm 0,50$	$\pm 0,80$	$\pm 0,55$
$150 < x \leq 200$	$\pm 0,95$	$\pm 0,65$	$\pm 1,00$	$\pm 0,70$
$200 < x \leq 250$	$\pm 1,20$	$\pm 0,80$	$\pm 1,30$	$\pm 0,85$
$250 < x \leq 315$	$\pm 1,40$	$\pm 0,95$	$\pm 1,50$	$\pm 1,00$
$315 < x \leq 400$	$\pm 1,80$	$\pm 1,20$	$\pm 1,90$	$\pm 1,30$
$400 < x \leq 500$	$\pm 2,20$	$\pm 1,50$	$\pm 2,30$	$\pm 1,60$

Catégorie 4

Dimension mm	Hors plan de joint		Incluant le plan de joint	
	Standard	Réduite	Standard	Réduite
$x \leq 1$	± 0,13	± 0,06	± 0,16	± 0,09
$1 < x \leq 3$	± 0,15	± 0,07	± 0,18	± 0,10
$3 < x \leq 6$	± 0,17	± 0,08	± 0,20	± 0,11
$6 < x \leq 10$	± 0,20	± 0,09	± 0,23	± 0,12
$10 < x \leq 15$	± 0,22	± 0,10	± 0,25	± 0,13
$15 < x \leq 22$	± 0,25	± 0,11	± 0,28	± 0,14
$22 < x \leq 30$	± 0,27	± 0,13	± 0,30	± 0,16
$30 < x \leq 40$	± 0,30	± 0,15	± 0,33	± 0,18
$40 < x \leq 53$	± 0,35	± 0,17	± 0,36	± 0,20
$53 < x \leq 70$	± 0,38	± 0,20	± 0,41	± 0,23
$70 < x \leq 90$	± 0,43	± 0,24	± 0,46	± 0,27
$90 < x \leq 115$	± 0,50	± 0,29	± 0,55	± 0,32
$115 < x \leq 150$	± 0,60	± 0,35	± 0,65	± 0,38
$150 < x \leq 200$	± 0,75	± 0,44	± 0,80	± 0,47
$200 < x \leq 250$	± 0,90	± 0,55	± 0,95	± 0,60
$250 < x \leq 315$	± 1,10	± 0,70	± 1,20	± 0,75
$315 < x \leq 400$	± 1,30	± 0,85	± 1,40	± 0,90
$400 < x \leq 500$	± 1,50	± 1,00	± 1,60	± 1,10

Catégorie 5

Dimension mm	Hors plan de joint		Incluant le plan de joint	
	Standard	Réduite	Standard	Réduite
$x \leq 1$	$\pm 0,13$	$\pm 0,10$	$\pm 0,23$	$\pm 0,20$
$1 < x \leq 3$	$\pm 0,15$	$\pm 0,11$	$\pm 0,25$	$\pm 0,21$
$3 < x \leq 6$	$\pm 0,17$	$\pm 0,12$	$\pm 0,27$	$\pm 0,22$
$6 < x \leq 10$	$\pm 0,20$	$\pm 0,14$	$\pm 0,30$	$\pm 0,24$
$10 < x \leq 15$	$\pm 0,24$	$\pm 0,17$	$\pm 0,34$	$\pm 0,27$
$15 < x \leq 22$	$\pm 0,28$	$\pm 0,20$	$\pm 0,38$	$\pm 0,30$
$22 < x \leq 30$	$\pm 0,33$	$\pm 0,24$	$\pm 0,43$	$\pm 0,34$
$30 < x \leq 40$	$\pm 0,39$	$\pm 0,28$	$\pm 0,49$	$\pm 0,38$
$40 < x \leq 53$	$\pm 0,47$	$\pm 0,33$	$\pm 0,57$	$\pm 0,43$
$53 < x \leq 70$	$\pm 0,58$	$\pm 0,40$	$\pm 0,68$	$\pm 0,50$
$70 < x \leq 90$	$\pm 0,71$	$\pm 0,50$	$\pm 0,81$	$\pm 0,60$
$90 < x \leq 115$	$\pm 0,87$	$\pm 0,60$	$\pm 0,97$	$\pm 0,70$
$115 < x \leq 150$	$\pm 1,10$	$\pm 0,75$	$\pm 1,20$	$\pm 0,85$
$150 < x \leq 200$	$\pm 1,40$	$\pm 0,95$	$\pm 1,50$	$\pm 1,05$
$200 < x \leq 250$	$\pm 1,70$	$\pm 1,15$	$\pm 1,80$	$\pm 1,25$
$250 < x \leq 315$	$\pm 2,10$	$\pm 1,45$	$\pm 2,20$	$\pm 1,55$
$315 < x \leq 400$	$\pm 2,70$	$\pm 1,80$	$\pm 2,80$	$\pm 1,90$
$400 < x \leq 500$	$\pm 3,30$	$\pm 2,20$	$\pm 3,40$	$\pm 2,23$

2. Norme UL 94, résistance à la flamme

La norme UL 94 est une norme largement utilisée en plasturgie pour évaluer la résistance au feu des matériaux plastiques utilisés notamment dans les équipements électriques et électroniques. Développée par Underwriters Laboratories (UL), une organisation mondiale de certification de la sécurité, la norme UL 94 fournit des critères précis pour classer les matériaux plastiques en fonction de leur inflammabilité et de leur comportement face au feu.

- **HB** : Combustion horizontale lente considéré comme autoextinguible.
- **V-2** : Aucune combustion après 30 secondes, des gouttelettes enflammées sont permises.
- **V-1** : Aucune combustion après 30 secondes, pas de gouttelettes enflammées.
- **V-0** : Aucune combustion après 10 secondes, pas de gouttelettes enflammées.
- **5VB** : Aucune combustion après 60 secondes, pas de gouttelettes, l'échantillon de plaque peut avoir un trou.
- **5VA** : Aucune combustion après 60 secondes, pas de gouttelettes, l'échantillon de plaque ne doit pas avoir de trou.

Attention lors de la conception de la pièce plastique, l'indication UL 94 donnée sur la fiche matière du fournisseur est pour une épaisseur plastique définie. Pour une homologation du produit final, un nouveau test de résistance à la flamme pourrait être nécessaire.

Pour répondre à cette norme, nous vous conseillons de choisir de préférence un ABS/PC, un PC ou un PA6 30%FV, il est plus compliqué et onéreux de trouver des références en PE, PA6, POM ou biosourcé qui disposent d'une bonne résistance au feu.

« Nous constatons que nos clients qui conçoivent une pièce plastique en contact avec une batterie ou de l'électronique nous demandent généralement un plastique éligible V0, les autres classes étant moins utilisées »

3. Indice de protection IP

L'Indice de Protection (IP), est une classification d'étanchéité utilisée selon la norme EN 60529 pour définir le degré de protection qu'offre un boîtier contre les intrusions de corps solides et liquides.

Le premier chiffre correspond à l'indice de protection contre les corps solides, le deuxième chiffre correspond à l'indice de protection contre les liquides. Ainsi par exemple, un boîtier IP67 sera parfaitement étanche à la poussière et sera résistant à une immersion prolongée jusqu'à un mètre de profondeur.

PROTECTION CONTRE UNE INTRUSION DE CORPS ÉTRANGERS SOLIDES		PROTECTION CONTRE UNE INTRUSION DE CORPS ÉTRANGERS LIQUIDES	
0	Aucune protection	0	Aucune protection
1	Protection contre les corps étrangers > 50 mm	1	Protection contre les gouttes verticales
2	Protection contre les corps étrangers > 12.5 mm	2	Protection contre les gouttes obliques (inclinaison max 15°)
3	Protection contre les corps étrangers > 2.5 mm	3	Protection contre la pluie (inclinaison max de 60°)
4	Protection contre les corps étrangers > 1 mm	4	Protection contre les éclaboussements de toutes les directions
5	Protection contre la poussière fine (talc...) ou de corps non visible	5	Protection contre une eau projetée par une lance de 6.3 mm à 0.3 bar
6	Protection contre la poussière fine, non visible, même microscopique	6	Protection contre une eau projetée par une lance de 12.5 mm à 1 bar
7		7	Protection contre une immersion totale à 1 mètre
8		8	Matériel submersible

A. Les états de surface

L'état de surface d'une pièce en plastique se définit par la finition qui est appliquée dans la partie moulante de l'outillage. Ainsi, à un outillage correspond un ou plusieurs états de surface figés et le choix doit être fait dès la conception du moule.

Il existe de très nombreux grains de finitions d'outillage pour donner l'état de surface de la pièce. Les grains peuvent être lisses, légèrement rugueux, très rugueux, brillants, mats, rendre un effet cuir... Toutes les finitions sont faisables par Plastisem, et les principales que nous utilisons sont :

- **Polissage industriel** : les traces d'usinage restent visibles, elles sont simplement atténuées. Cette finition très économique est utilisée pour les faces non visibles d'une pièce comme un intérieur de boîtier ou sur des pièces techniques.
- **Polissage miroir** : cette finition donnera un aspect lisse et brillant à la pièce ou permettra la transparence. Dans l'outillage, la surface métallique est parfaitement lisse et elle est polie à la pâte diamant. Cette finition nécessitant un travail manuel important est plus onéreuse.
- **Sablage** : après un polissage industriel, la surface est passée à la sableuse pour retirer les traces d'outils et casser l'aspect brillant de la pièce. Il est possible d'avoir au choix un sablage plus ou moins marqué. C'est une solution intéressante pour avoir des pièces présentables à moindre coût.

- **Grain Charmille 18, 24, 33, 36** : du grain fin 18 au plus rugueux 36, ils sont utilisés pour les pièces d'aspect. Ils nécessitent la fabrication d'une électrode spécifique en cuivre ou graphite qui permet de façonner l'empreinte. L'utilisation de ces grains impose de prévoir un angle de dépouille plus important pour pouvoir démouler la pièce sans la griffer.

Tableau d'équivalence EDM Charmille vs VDI 3400

VDI 3400	Ra (µm)	Rmax (µm)	SPI
12	0.4	1.6	C1
15	0.6	2.3	C2
18	0.8	3.2	D1
21	1.1	4.5	D2
24	1.6	6.3	D2
27	2.2	9.0	D2
30	3.2	12.5	D3
33	4.5	17.5	D3
36	6.3	24.0	D3
39	9.0	35.0	D3
42	12.5	49.0	D3
45	18.0	70.0	D3

Par exemple : Pour la fabrication d'un boîtier électronique, l'intérieur sera en polissage industriel, l'extérieur en charille 24 pour avoir un effet mat évitant les rayures et le logo sera fait avec une finition polissage miroir qui lui donnera un effet brillant.

- **Finition chimique** : cette finition pour les outillages d'injection plastique crée des textures précises sans distorsion ni couture. Elle permet des designs organiques ou ordonnés pour améliorer la fonctionnalité des pièces plastiques, offrant ainsi des possibilités créatives infinies.
- **Texturation laser** : la texturation au laser des empreintes offre des caractéristiques telles que des niveaux de brillance multiples, des textures tactiles et une résistance accrue aux rayures. Cette technique permet des designs fluides et précis notamment pour la réalisation de logos et inscriptions.

B. Logos et textes en relief

Sur certaines pièces en plastique injecté, il est intéressant de mettre son logo ou des textes afin de donner des instructions ou tout simplement de rendre visible sa marque. Ces finitions touchent souvent à l'image de marque de l'entreprise qui vend la pièce, elles doivent donc être parfaites. Ainsi, les éléments de base sont :

- Prévoir une police de caractère la plus grande et la plus ronde possible afin de faciliter l'usinage de l'empreinte.
- Idéalement, le relief du logo ou des textes n'excèdent pas 0.3 mm de hauteur ou profondeur. Au-delà, il y a des risques de défauts et de retassures.
- Pour un texte ou logo qui serait en polissage miroir, mieux vaut privilégier un marquage en creux afin de simplifier le polissage. À l'inverse, pour un texte ou logo en grain charmillé, mieux vaut favoriser un marquage en relief positif pour faciliter le passage de l'électrode.

C. Logos et textes en tampographie

La tampographie est une méthode d'impression largement utilisée dans la plasturgie pour marquer des logos, des textes, ou des motifs sur des pièces en injection plastique.

Le processus de tampographie se déroule en plusieurs étapes : d'abord, un cliché gravé fait sur mesure portant le motif à imprimer est recouvert d'encre. Un tampon en silicone souple récupère ensuite cette encre, puis il se déplace, et pour finir se pose sur la pièce en plastique pour y déposer l'encre. La pièce peut être faite dans tous les principaux thermoplastiques courants notamment l'ABS, le PC, le PA6, le PS, le PMMA... mais nous ne recommandons pas le PP, le PE et le POM qui nécessitent un prétraitement ou un post-traitement à la flamme.

Les principaux atouts de la tampographie résident dans sa capacité à imprimer sur des surfaces variées, qu'elles soient planes, courbes ou irrégulières. Être adaptée pour la production en série, avec des coûts de mise en œuvre relativement faibles et avoir une bonne adhérence et une durabilité élevée du marquage.

D. Les couleurs

À la fin de la conception de la pièce se pose la question de la couleur que l'on va souhaiter lui donner. Chez Plastisem plusieurs solutions s'offrent à vous :

- **Plastique vierge** : solution la plus économique, elle va s'appliquer pour les pièces techniques dont l'aspect n'a vraiment aucune importance ou pour les pièces transparentes. En vierge, le plastique aura souvent une couleur dans les blancs pouvant tirer un peu sur l'ivoire ou alors parfaitement transparent comme le PMMA.

- **Le noir** : c'est la plus belle des couleurs ! C'est la plus utilisée en injection, car elle est très économique et permet d'avoir un aspect de pièce bien fini. C'est également un bon protecteur anti-UV. Par défaut, c'est la couleur que nous recommandons.
- **Les mélanges maîtres standard** : Plastisem dispose de dizaines de couleurs sur stock. Si le projet n'a pas besoin d'une couleur spécifique, mais simplement d'un rouge ou d'un vert par exemple, c'est également une solution économiquement intéressante notamment pour des petites séries.
- **Les mélanges maîtres spécifiques** : à partir d'un RAL, Pantone, ou encore échantillon, il est possible de faire développer un mélange maître spécifique par un coloriste. Cette technique, plus onéreuse est à privilégier pour les pièces d'aspect et à éviter pour les très petites séries.

Ne pas oublier qu'à une série correspond une couleur. En effet chaque changement de couleur nécessite un nettoyage de l'outillage et une purge complète de la presse à injecter. Il est ainsi recommandé, pour des raisons économiques, de limiter le nombre de séries avec des couleurs différentes.

/05 LES THERMOPLASTIQUES

A. Les thermoplastiques courants

Il existe plus de 60 thermoplastiques différents. Nous nous intéresserons dans ce guide uniquement à ceux couramment utilisés par Plastisem. Les données ci-dessous sont à titre indicatif. Elles peuvent être modifiées en fonction du fabricant, des adjuvants, de mélanges...

★ ABS – Acrylonitrile butadiène styrène

+ Points forts

- + Bonne résistance à la rayure
- + Bel aspect brillant ou satiné
- + Bonne rigidité et résistance aux chocs
- + Facilité de marquage
- + Bonne résistance à la température

- Points faibles

- Opaque
- Mauvaise résistance chimique
- Électrostatique
- Mauvaise tenue aux UV

▶ Applications

- ▶ Boîtiers dans le secteur de l'électronique notamment avec un adjuvant V0
- ▶ Pièces d'aspect dans les secteurs de la décoration, automobile, l'ameublement...

★ PA 6 – Polyamide 6

+ Points forts

- + Faible coefficient de frottement
- + Bonne propriété mécanique
- + Bonne résistance thermique
- + Bonne isolation électrique

- Points faibles

- Opacité
- Sensible aux UV
- Fragilité à sec
- Faible résistance aux acides

▶ Applications

- ▶ Pièces techniques dans l'automobile, l'électricité ou l'industrie

★ PA 6 30%FV – Polyamide 6 30% fibres de verre

+ Points forts

- + Rigidité
- + Bonne propriété mécanique
- + Bonne résistance thermique
- + Bonne isolation électrique

- Points faibles

- Opacité
- Sensible aux UV
- Fragilité à sec
- Faible résistance aux acides
- Coefficient de frottement

► Applications

- ▶ Pièces techniques dans l'automobile, l'électricité ou l'industrie
- ▶ Souvent utilisé en substitut à une pièce en aluminium

★ PEBD – Polyéthylène basse densité

+ Points forts

- + Grade alimentaire
- + Grande inertie chimique
- + Incassable
- + Souple
- + Pas de reprise d'humidité

- Points faibles

- Difficile à coller
- Peu de résistance mécanique
- Se fissure facilement sous la contrainte
- Mauvaise tenue à la chaleur

► Applications

- ▶ Le PEBD est notamment utilisé dans la fabrication de films, de tuyaux souples, de jouets, de flacons souples, d'emballages alimentaires...

★ PEHD – Polyéthylène haute densité

+ Points forts

- + Identiques à celui de PEBD
- + Meilleure rigidité que le PEBD
- + Anti-adhérent
- + Tenue chimique

- Points faibles

- Identiques à ceux du PEBD

► Applications

- ▶ Le PEHD est notamment utilisé dans la fabrication de films alimentaires, de tuyaux souples, de jouets, de flacons souples...

★ PP – Polypropylène

+ Points forts

- + Grande rigidité
- + Grade alimentaire
- + Bonne résistance aux produits chimiques
- + Bonne résistance aux hautes températures
- + Bonne résistance à la flexion, effet charnière
- + Bonne tenue mécanique, rigidité

- Points faibles

- Collage difficile
- Soudage haute fréquence impossible
- Fragile à basse température

► Applications

- Le PP a des applications similaires au PE, mais avec une meilleure tenue mécanique

★ PS – Polystyrène

+ Points forts

- + Bonne rigidité, mais cassant
- + Bel aspect brillant
- + Surface dure de bel aspect
- + Coût réduit

- Points faibles

- Mauvaise tenue température
- Cassant
- Très mauvaise résistance chimique
- Électrostatique

► Applications

- Le PS va être particulièrement utilisé dans la vaisselle jetable, la décoration ou les boîtes économiques
- Le PS Choc sera opaque et plus résistant aux chocs que le PS Cristal

★ PMMA – Polyméthacrylate de Méthyle

+ Points forts

- + Très bonne transparence
- + Bonne tenue aux UV
- + Brilliance et dureté remarquable

- Points faibles

- Fragilité
- Rayable et cassant
- Tenue à la chaleur limitée

► Applications

- Matière couramment appelée Plexiglas
- Le PMMA est utilisé dans de nombreux secteurs dont l'optique, l'automobile, l'agencement, la décoration, le médical...

★ POM – Polyoxyde de Méthylène

+ Points forts

- + Grande rigidité et dureté
- + Bonnes propriétés mécaniques
- + Bonne résistance aux frottements
- + Bonne résistance aux hydrocarbures
- + Excellente élasticité, effet ressort

- Points faibles

- Opacité
- Sensible aux UV
- Combustible

► Applications

- Le POM est couramment utilisé comme pièce technique mécanique dans l'automobile, l'industrie, la robinetterie...

★ PC – Polycarbonate

+ Points forts

- + Transparent
- + Bonne résistance aux chocs
- + Bon isolant électrique
- + Plastique alimentaire
- + Bonne tenue à la température

- Points faibles

- Sensible à la fissuration
- Mauvaise résistance aux produits chimiques

► Applications

- Matière couramment appelée Makrolon
- Ce plastique est notamment utilisé dans l'électroménager, l'automobile, les boîtiers pour l'électronique.

★ SEBS – Butadiène styrène

+ Points forts

- + Grande étendue de dureté : de souple à dur
- + Bonne résistance mécanique
- + Bonne tenue à la température et UV
- + Plastique alimentaire
- + Effet «Soft touch»
- + Surmoulage possible sur d'autres plastiques rigides

- Points faibles

- Prix assez élevé
- Sensible à la déchirure

► Applications

- Les thermoplastiques élastomères sont déclinés en une multitude de références et de duretés différentes suivant les applications. Il remplace dans de nombreux cas le caoutchouc.
- Ces plastiques sont utilisés dans divers secteurs d'activité comme l'automobile, l'alimentaire, l'industrie, les biens de consommation...

Tableau récapitulatif des principales matières plastique utilisées chez Plastissem

	Résistance mécanique	Résistance aux chocs	Aspect	Usage extérieur	Transparence possible	Retrait	Densité	Température d'utilisation
ABS	★★	★★	★★★	★★	OUI	0,5%	1,05	-40 à +80°
PA 6	★★★	★★★	★★	★★	NON	0,8 à 1,2%	1,15	-60 à +100°
PA 6 30% FV	★★★	★★★	★	★★	NON	0,5%	1,37	-60 à +120°
PEBD	★	★★★	★★	★★	NON	1,5 à 3,5%	0,92	-60 à +60°
PEHD	★	★★	★★	★★	NON	1,3 à 3,0%	0,95	-20 à +95°
PP	★★	★★	★★	★★	NON	0,7 à 2,5%	0,90	-20 à +95°
PS	★	★	★★★	★	OUI	0,4 à 0,7%	1,04	-40 à +70°
PMMA	★★	★	★★★	★★★	OUI	0,3 à 0,5%	1,18	-40 à +70°
POM	★★★	★★★	★★	★	NON	2,3%	1,41	-40 à +85°
PC	★★★	★★★	★★★	★★★	OUI	0,6%	1,20	-80 à +125°
SEBS	★	★★★	★★	★★	NON	0,5 à 1,5%	0,96 à 1,15	-20 à +60°

B. Les bioplastiques

Le terme bioplastique désigne à la fois des plastiques biosourcés et des plastiques biodégradables. Un plastique biosourcé n'est pas forcément biodégradable et inversement.

★ Les plastiques biosourcés

Depuis les années 2000, cette famille de plastique se développe rapidement. Elle consiste à polymériser des matériaux naturels comme la canne à sucre, les céréales, des algues ou des déchets de l'industrie alimentaire. Cette polymérisation va s'effectuer soit pour donner un matériau identique à ceux d'une base pétrole, PE et PP principalement, soit pour donner un matériau avec des propriétés distinctes comme le PLA.

★ Les plastiques biodégradables

Les matières biodégradables, d'origine biosourcée ou non ont comme propriété de se désagréger dans un environnement défini sous l'action de bactéries, champignons ou enzymes. Le temps de décomposition est variable en fonction de la matière utilisée, et du milieu où il se trouve (température, humidité, taux de bactéries...) Des fournisseurs proposent aujourd'hui des matières 100% biodégradables qui donneront après dégradation un terreau réutilisable pour planter des végétaux alimentaires.

Plastisem fabrique une boîte, qui bien qu'en PE 90% biosourcé à base de canne à sucre, peut passer plus de 100 fois au lave-vaisselle et au micro-ondes tout en gardant ses caractéristiques. La boîte est durable, elle ne se dégradera pas.

★ La norme OK Compost

Dans les plastiques biodégradables, la norme OK Compost fait référence, il faut cependant bien distinguer le compostage industriel du compostage à domicile.

La norme OK Compost Industrial (EN 13432) assure la biodégradabilité des emballages et des produits dans des centres de compostage industriels, avec des températures de compostage entre 55 et 60°C. Ce label garantit la conformité aux exigences strictes de la directive européenne sur les emballages (94/62/EC), assurant ainsi une décomposition complète incluant les encres et additifs.

En revanche, le certificat OK Compost Home répond au défi du compostage domestique en garantissant une biodégradation efficace à des températures plus basses entre 20 et 30°C, adaptées au compostage à domicile sur une période de 6 mois. Sans se baser sur une norme spécifique, la certification OK Compost Home a été mise en place par TÜV Austria et a servi notamment de base à la rédaction de la NF T51-800 sur le compostage domestique des plastiques.

C. Les plastiques recyclés

L'utilisation de plastique recyclé est de plus en plus présente en injection plastique pour réduire l'empreinte écologique du produit fabriqué. Un pourcentage d'incorporation de plastique recyclé peut-être maintenant une contrainte légale notamment dans le secteur de l'emballage ou de l'automobile et il est donc important d'avoir ces notions :

★ **Plastique Recyclé Mécanique**

Le plastique recyclé mécanique provient directement du broyage de déchets plastiques post-consommation ou post-industriels qui peuvent être ensuite refondus ou non pour être remis sous forme de granulés.

En fonction de la source d'approvisionnement, le plastique recyclé mécanique peut contenir diverses impuretés qui peuvent influencer la qualité, la résistance et la coloration des pièces en plastique injecté.

★ **Plastique Recyclé Chimique**

Le recyclage chimique du plastique implique des processus plus sophistiqués, tels que la pyrolyse ou la dépolymérisation, pour décomposer les déchets plastiques en monomères réutilisables. Cette approche permet de récupérer des plastiques de qualité plus élevée par rapport au recyclage mécanique. Les plastiques recyclés chimiquement peuvent offrir des caractéristiques mécaniques et esthétiques plus proches des plastiques vierges.

★ **Plastique Recyclé Post-Consommateur**

Le plastique recyclé post-consommateur est issu de déchets plastiques utilisés par les consommateurs, tels que les bouteilles en PET et les emballages, ou encore au démantèlement de véhicules en fin de vie. Ces matériaux sont collectés, triés et transformés afin de leur offrir un nouvel usage.

★ **Plastique Recyclé Post-Industriel**

Le plastique recyclé post-industriel provient des chutes de production et des déchets de fabrication générés par les processus industriels. N'étant pas sorti du processus industriel, ils seront généralement de meilleure qualité que le recyclé post-consommateur car mieux qualifié et non pollué par un usage.

D. Les adjuvants

Afin d'améliorer les propriétés des matières plastiques, il est possible d'y mélanger des adjuvants de différents types.

★ Les anti-UV

Beaucoup de matières plastiques, surtout quand elles sont colorées, sont sensibles à la lumière. Il en résulte une dégradation de la matière qui va devenir plus cassante ou friable. Les couleurs auront tendance à passer et le blanc à jaunir. Afin de pallier ces défauts, il est possible d'ajouter un stabilisant anti-UV. Dans le cas d'une utilisation extérieure, s'il n'y a pas de contrainte de couleur, il faut alors favoriser le noir qui est la couleur avec la meilleure tenue aux UV.

★ Les blindages électromagnétiques

Le plastique est souvent utilisé pour protéger des composants électroniques qui peuvent être perturbés par les ondes électromagnétiques extérieures. Il est possible, afin de limiter ce phénomène, d'y ajouter un blindage électromagnétique.

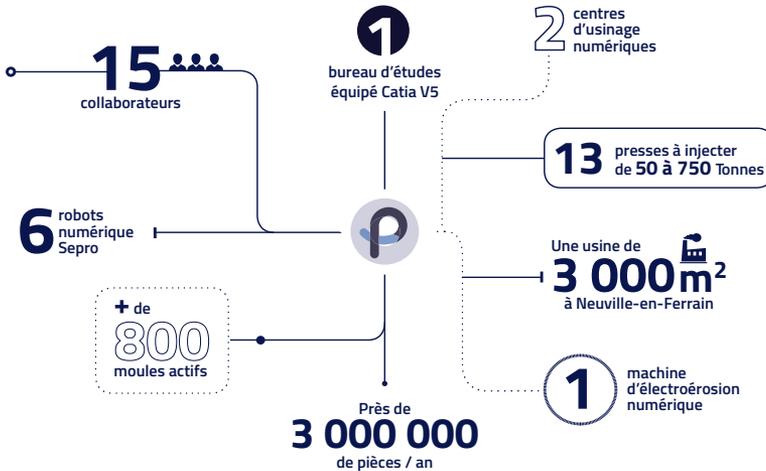
★ Les ignifugeants

Adjuvant classique dans tous les boîtiers qui recevront de l'électronique ou une batterie, il permet de répondre à la norme UL94/V0. Dans ce cadre, il est souvent utilisé avec un ABS/PC, un PC ou un PA6 30%FV.

★ Les lubrifiants

Pour des utilisations spécifiques nécessitant une amélioration du coefficient de frottement notamment métal/plastique, des adjuvants pour la lubrification peuvent être ajoutés lors de la fabrication de la pièce.

/06 POURQUOI TRAVAILLER AVEC PLASTISEM ?



A. Plastisem, de la modélisation 3D à l'injection plastique

Plastisem est le spécialiste de l'injection plastique en petite et moyenne série, depuis plus de 70 ans. Basée à Neuville-en-Ferrain, dans le Nord de la France, l'entreprise dispose d'un bureau d'études, d'un atelier mouliste et d'un atelier injection plastique faisant de Plastisem le plasturgiste des non-plasturgistes.

★ L'injection plastique

Cœur de métier de Plastisem, nous sommes le spécialiste des séries allant de quelques centaines de pièces à quelques centaines de milliers de pièces, grâce à notre parc de 13 presses à injecter horizontales et verticales. Nous maîtrisons l'injection plastique traditionnelle, le surmoulage plastique et l'usinage plastique. Afin de proposer un produit fini à nos clients, nous proposons également en interne ou en externe le chromage, le sablage, la peinture, le marquage ou l'assemblage des pièces.

★ Mouliste

Afin de répondre aux critères de délais et de qualités de ses clients, Plastisem dispose de son propre atelier mouliste dans son usine de Neuville-en-Ferrain. Cela nous permet de concevoir et fabriquer des moules directement pour nos presses, d'adapter des moules externes, de réaliser des modifications et la maintenance des outillages.

Fort de son atelier mouliste et de sa connaissance du métier, Plastisem fait également fabriquer une partie des outillages en Chine. Le choix entre l'atelier de Neuville-en-Ferrain ou la Chine se fait en fonction de la typologie de la pièce et des attentes du client.

★ Bureau d'études

Plastisem est également doté d'un bureau d'études afin de permettre aux clients qui le souhaitent un accompagnement en amont du projet. Nous pouvons ainsi à partir d'une simple idée, modéliser en 3D la pièce, rédiger le dossier technique et obtenir un prototype en impression 3D.

B. Déroulement type de projets

Chez Plastisem, l'injection plastique est notre cœur de métier et ne sera jamais sous-traitée. Cependant, en fonction du client et de ses besoins, nous prendrons en charge ou non la partie bureau d'études et les outillages seront fabriqués soit dans notre atelier à Neuville-en-Ferrain soit en Chine.

À titre d'exemple, nous décrivons ci-dessous deux projets types réalisés par Plastisem. D'autres cas pratiques sont disponibles sur notre site web www.plastisem.fr

★ Boîtier électronique pour une start-up

La start-up Startelec souhaite fabriquer un boîtier pour loger la carte électronique de sa solution de connexion à distance. Composée d'une équipe de 15 personnes, Startelec dispose en interne d'une personne de bureau d'études maîtrisant la conception 3D et d'un designer. Le boîtier se compose de deux parties, il devra être esthétique, sera vendu sur le marché américain et nous devons produire 2 000 exemplaires dans un délai de 2 mois.

À réception de la demande et du 3D, Plastisem fait une pré-étude et envoie son devis sous 48h avec une fabrication d'outillage en Chine et recommande un plastique ABS/PC V0. Startelec est satisfait et passe commande.

La première semaine, les deux bureaux d'études échangent pour finaliser l'optimisation du 3D du boîtier pour l'injection plastique. Plastisem passe ensuite commande au mouliste chinois et 48h plus tard valide la conception de l'outillage.

De la semaine 2 à 5, les deux moules sont en cours de fabrication et d'essais.

Semaine 6, Startelec reçoit 2-3 échantillons de pièces faites en Chine avec les moules pour validation.

Semaine 7 et 8, Startelec, en raison de son planning serré, a fait le choix de faire revenir les outillages en avion (et non en bateau ce qui est moins cher, mais prend 8 à 10 semaines)

Semaine 9, les outillages arrivent chez Plastisem et sont mis en production.

Semaine 10, Startelec reçoit ses 2 000 exemplaires et peut commencer la commercialisation de son produit. L'outillage est graissé et entreposé chez Plastisem en attendant la prochaine cadence.

★ Embout technique pour une PME

Tubitex est une PME spécialisée dans le tube et cherche une solution pour optimiser le transport de ses marchandises via un nouvel embout plus solide que la solution actuelle. L'entreprise n'a pas de bureau d'études, mais a fait un prototype fonctionnel en carton et des croquis. Ils souhaitent à terme commander 4 séries de 10 000 pièces/an.

Sur la base de ces éléments et du rendez-vous qui a été fait avec le client, Plastisem établit un devis pour la modélisation 3D, l'outillage en 2 empreintes et les séries de 10 000 pièces. Pour cette pièce, Plastisem recommande un PP et une finition de l'outillage en brut d'usinage pour en limiter le coût.

Les semaines 1 et 2, le bureau d'études de Plastisem fait la modélisation 3D et une mise en plan est envoyée au client pour validation. Le client souhaite une légère modification, qui est mise à jour immédiatement. Plastisem fabrique un prototype en impression 3D pour essais et validation.

De la semaine 3 à la semaine 6, l'outillage est fabriqué intégralement dans l'atelier mouliste de Plastisem à Neuville-en-Ferrain. Tubitex vient sur site pour voir l'avancement des usinages.

Semaine 7, l'outillage est mis à l'essai et Tubitex reçoit 2-3 échantillons pour validation. Le client est très satisfait, mais souhaite ajouter un ergot sur son embout afin d'améliorer la rigidité.

Semaine 8, la modification sur l'outillage est faite ainsi que les nouveaux essais. L'outillage est validé par le client.

Semaine 10, Tubitex reçoit ses 10 000 embouts et optimise ainsi le transport de ses marchandises. L'outillage est graissé et entreposé chez Plastisem en attendant la prochaine cadence.

/07 GLOSSAIRE

Buse chaude : accessoire dans le moule permettant de garder le plastique sous forme malléable dans l'outillage et ainsi d'éviter la création d'une carotte.



Carotte : rebut plastique qui se forme à chaque cycle dans le canal d'injection de l'outillage. Il peut être ensuite broyé et réutilisé.



Dépouille : angle mis en place sur les parois permettant le démoulage de la pièce injectée.



Empreinte et cavité : partie de l'outillage qui donne sa forme à la pièce injectée.



Gauchissement : déformation de la pièce due à un mauvais équilibrage des épaisseurs ou un démoulage en force lors de l'injection.



Ligne de soudure : trace visible qui peut apparaître après recollement de deux fronts de matière dans l'empreinte.



Moule et outillage : synonymes désignant la partie métallique, généralement en acier, permettant de mouler la pièce.



Nervure : fine paroi permettant de rigidifier et solidifier une pièce.



Retassure : défaut dans une pièce en plastique dû généralement à une pièce trop épaisse ou à un mauvais maintien à l'injection.



Tiroirs : éléments du moule permettant la réalisation de pièces complexes en créant des ouvertures latérales.



Document édité par : **PLASTISEM SAS**
11 bis Rue du Vertuquet - 59960 Neuville-en-Ferrain
Tel : 03 20 26 76 93 – www.plastisem.fr

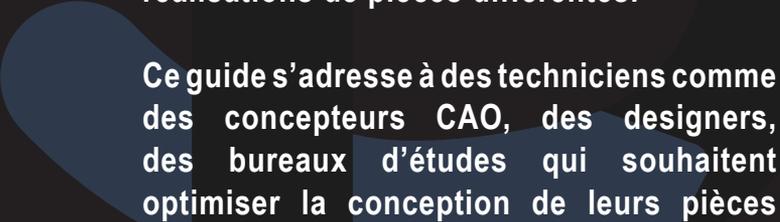
Plastisem, Société par Actions Simplifiée au capital de 38 150€ enregistrée au RCS de
LILLE METROPOLE sous le Siret 885 782 029 00023

Rédaction : Florian Lefebvre
Soutien technique et relecture : Benoit Vanneste, Stéphanie Six et Mélanie Fermont

Tous droits réservés. Toute reproduction ou utilisation sous quelque forme et par quelque moyen
électronique, photocopie, enregistrement ou autre que ce soit est strictement interdite sans l'autorisation
écrite de l'éditeur.



Dans ce guide proposé par Plastisem, vous retrouverez toutes les connaissances de bases et les étapes importantes pour concevoir une pièce moulée ou gérer un projet avec de l'injection plastique. Il s'appuie sur les 70 années d'expériences de notre bureau d'études, de notre atelier mouliste et de notre atelier d'injection plastique ainsi que sur nos milliers de réalisations de pièces différentes.



Ce guide s'adresse à des techniciens comme des concepteurs CAO, des designers, des bureaux d'études qui souhaitent optimiser la conception de leurs pièces plastique à injecter. Il s'adresse également à des gestionnaires tels que des chefs de produits, des responsables achats, chargés de projets ou des entrepreneurs qui souhaitent acquérir des notions et le jargon technique de ce domaine.

