

## **Instructions de transformation**

Usinage par enlèvement de copeaux

## **Table des matières**

### **1. Perçage**

### **2. Filetage / Taraudage**

### **3. Fraisage**

### **4. Rabotage**

### **5. Tournage**

### **6. Sciage**

- 6.1 Scie circulaire
- 6.2 Scie à ruban

### **7. Poinçonnage / Découpage**

### **8. Ponçage / Polissage**

### **9. Recuit de détensionnement**

- 9.1 Libération des tensions internes
- 9.2 Recuit
- 9.3 Valeurs indicatives

### **10. Conseils**

2/92 d

3/93 f

Cette information produit remplace toutes les éditions précédentes.  
Tous droits de reproduction réservés (c) Copyright SIMONA 1993

Tableau 1: paramètres pour le perçage des matériaux plastiques

Perçage	PE-HD	PP	PVC	PVDF
$\alpha$ angle de dépouille°	10-13	5-12	6-10	10-16
$\beta$ angle de l'hélice °	12-16	12-16	12-16	12-16
$\gamma_1$ angle d'affûtage °	3-5	3-5	3-6	3-6
$\varphi$ angle du sommet °	60-90	60-90	80-120	100-130
v vitesse de coupe m/min	50-100	50-100	30-80	50-200
s avance mm/tour	0,2-0,5	0,2-0,5	0,1-0,5	0,1-0,5

Les vitesses de coupe et d'avance dépendent de la profondeur du perçage. Le matériau thermoplastique ne doit pas plastifier (vitesse de coupe v élevée pour les faibles épaisseurs).

## 2. Filetage / Taraudage

Le filetage peut être effectué avec des filières et des tarauds usuels. Toutefois l'angle d'affûtage ne doit pas dépasser 0°. Pour des assemblages devant être souvent démontés et pour éviter l'amorce de rupture, il est préférable d'utiliser le filet rond selon DIN 405 ou des douilles taraudées. Les vis autotaraudeuses, (pas les vis à tête), du type „High-Low-“, „Spax-“ ou les vis dites pour fenêtres sont utilisées pour des assemblages rarement démontés.

## 3. Fraisage

Les fraiseuses à grande vitesse de rotation pour l'usinage des métaux sont parfaitement adaptées. Il est avantageux de travailler avec une grande vitesse de rotation et une petite profondeur de coupe.

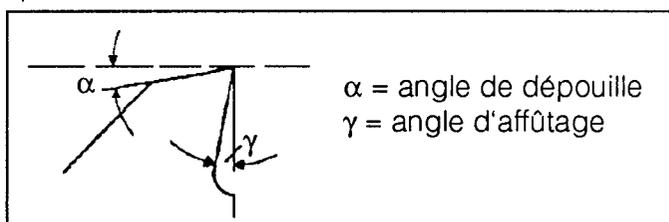


Tableau 2: paramètres pour le fraisage des matériaux plastiques

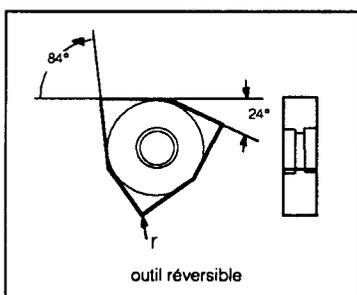
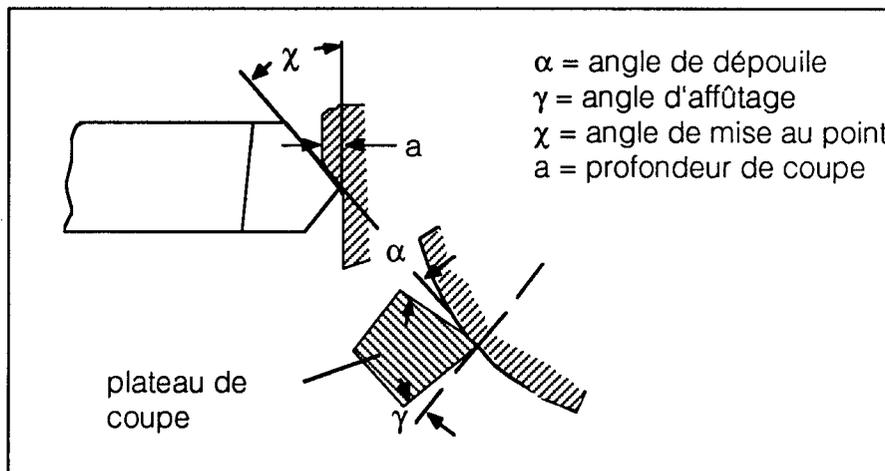
Fraisage	PE-HD	PP	PVC	PVDF
$\alpha$ angle de dépouille °	5-15	5-15	5-10	5-10
$\gamma$ angle d'affûtage °	5-15	10-15	5-20	bis 15
v vitesse de coupe m/min	jusqu'à 1000	jusqu'à 1200	300-1000	200-1000
s avance mm/tour	0,1-0,5	0,1-0,5	0,1-0,5	0,1-0,5

#### 4. Rabotage

Le rabotage se fait avec les outils usuels (riflard et varlope) et les dégauchisseuses utilisées en menuiserie. Les machines à raboter à course réduite, utilisées pour l'usinage des métaux, après adaptation des outils sont également compatibles.

#### 5. Tournage

Les produits semi-ouvrés thermoplastiques doivent être tournés avec une faible avance et une grande profondeur de coupe. La pointe de l'outil doit être légèrement arrondie comme cela se pratique pour l'usinage des métaux. Ces dispositions donnent une surface uniforme sans traces de stries.



L'utilisation d'outils réversibles avec divers profils de coupe permettent un bon dégagement des copeaux avec une coupe douce et sont d'une bonne rentabilité.

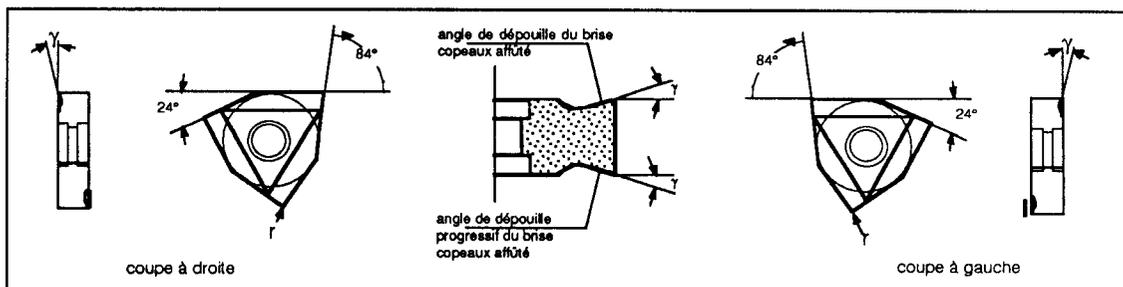


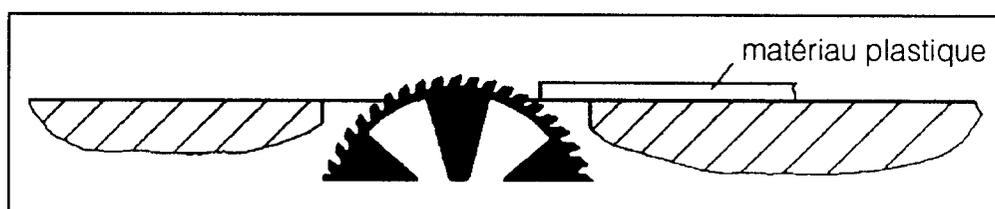
Tableau 3: paramètres pour le tournage des matériaux plastiques

Tournage	PE-HD	PP	PVC	PVDF
$\alpha$ angle de dépouille °	5-15	5-15	5-10	8-15
$\gamma$ angle d'affûtage °	0-10	0-8	0-10	0-15
$\chi$ angle de mise en point °	45-90	45-60	45-60	45-60
v vitesse de coupe m/min	200-500	200-400	200-500	100-300
s avance mm/tour	0,1-0,5	0,1-0,5	0,1-0,2	0,1-0,3
a profondeur de coupe mm	jusqu'à 6			
r rayon de la pointe mm	≥ 0,5			

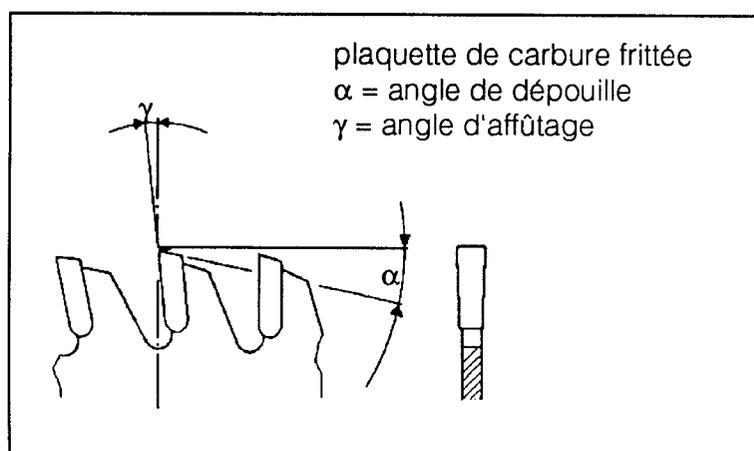
## 6. Sciage

### 6.1 Scie circulaire

Des coupes propres sont obtenues, si la lame de la scie ne dépasse que légèrement le dessus de la plaque en matière plastique à découper.

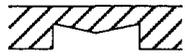
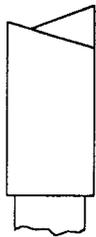


Les plaques jusqu'à une épaisseur de 5 mm peuvent être découpées avec des lames de scie non avoyées. L'utilisation de lames de scie à plaquettes rapportées améliore la performance et la qualité de la coupe et augmente la longévité.



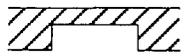
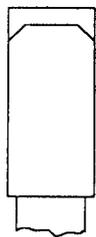
Forme des dents pour scie circulaire (à plaquette en métal dur)

Forme de la dent vue en coupe



dent alternée  
oblique, pointue

PVC, PE-HD, PP  
pour PP grand pas de dents —  
ex: disque 220 mm Ø, env. 28 dents  
pour PVC petit pas de dents —  
ex: disque 220 mm Ø, env. 88 dents



dent alternée  
en trapèze,  
plate

Plaques sandwich coextrudées  
COPLAST-AS



dent alternée  
oblique,  
chanfreinée

Matériaux durs et cassants  
PVC-GLAS, méthacrylate

Tableau 4: paramètres pour le sciage des matériaux plastiques avec scie circulaire

Scie circulaire (acier ARS)	PE-HD	PP	PVC	PVDF
$\alpha$ angle dépouille °	10-15	5-15	5-10	5-15
$\gamma^k$ angle d'affûtage °	0-10	0-10	0-5	0-8
t pas des dents* mm	3-8	3-8	3-5	2-8
v vitesse de coupe m/min	1000-3000	600-3000	2500-4000	jusqu'à 2500

\* pour des matériaux cassants, choisir un petit pas de dents

A part les paramètres d'influence de la spécificité du matériau, ce sont les vitesses circonférentielles admissibles (produit du nombre de tours et du diamètre de la lame) qui déterminent l'opération d'un sciage économique.

Tableau 5: nombre de tours maxi admissibles pour scies:  
100 m/sec en vitesse de coupe

vitesse de coupe	m/sec	diamètre du disque [mm]									
		100	150	200	250	300	350	400	450	500	600
maximale	100	19 000	13 000	9 500	8 000	6 500	5 500	4 500	4 200	3 800	3 200
économique	80	15 000	10 500	7 500	6 500	5 000	4 500	3 800	3 400	3 000	2 600
	60	11 500	7 500	5 700	4 700	3 800	3 300	2 800	2 500	2 300	1 900
minimale	40	7600	5 500	3 800	3 100	2 500	2 200	1 900	1 700	1 500	1 300

## 6.2 Scie à ruban

En raison de la rotation du ruban de scie, celui-ci évacue mieux la chaleur. Les scies à ruban sont spécialement adaptées pour la découpe des tubes, la découpe des blocs, des plaques épaisses et les coupes curvilignes. Les rubans de scie doivent être bien avoyés ( $\pm 1$  mm) et bien affûtés.

Tableau 6: paramètres pour le sciage des matériaux plastiques avec scie à ruban

Scie à ruban (acier rapide ARS)	PE-HD	PP	PVC	PVDF
$\alpha$ angle de dépouille °	30-40	30-40	30-40	30-40
$\gamma^B$ angle d'affûtage °	0-5	0-5	0-5	2-8
t pas des dents* mm	2-6	2-6	2-5	2-8
v vitesse de coupe m/min	500-3000	1000-3000	bis 2000	500-3000

\* pour des matériaux cassants, choisir un petit pas de dents

Indice K = scie circulaire, lame de scie en acier rapide à affûtage concave  
Indice B = scie à ruban, lame de scie légèrement avoyée en acier allié  
SS = acier rapide  
HM = acier

## 7. Poinçonnage et découpage

Le poinçonnage des épaisseurs minces est possible sur les presses habituelles. La qualité de l'arête de coupe dépend de l'affûtage du poinçon, mais aussi de l'épaisseur de la plaque. En général l'aspect de la coupe est plus propre sur les plaques minces que sur les plaques épaisses. Pour éviter des tensions et des fissures dans la plaque à transformer, l'angle de coupe devra être en-dessous de 70°.

Les matériaux plastiques SIMONA peuvent être découpés au massicot suivant le matériau jusqu'à une épaisseur de 4 mm. Les lames bien affûtées, non endommagées et un jeu maxi de  $\leq 1$  mm entre la lame mobile et fixe contribuent à de bons résultats de coupe.

## **8. Ponçage / Polissage**

Dans certains cas, des traitements de surface peuvent être nécessaires après l'usinage du produit semi-ouvré. Le ponçage permet un dépolissage régulier, également sur des pièces après usinage par enlèvement de copeaux, par exemple des soudures - en traitement préliminaire des surfaces à coller, à vernir ou à polir. Le polissage est utilisé pour réhausser le brillant naturel et spécifique du matériau, pour l'adapter aux pièces déjà existantes.

### **Ponçage**

Le ponçage permet de dégrossir la surface du matériau. En traitement préliminaire, il améliore notablement le polissage. Eventuellement des soudures existantes ou bords saillants sont enlevés au moyen d'un bédane, un racloir ou une râpe. Le ponçage sera d'abord effectué avec un abrasif à gros grains, puis avec un abrasif à grains fins jusqu'à ce qu'une surface homogène se réalise. Les rayures qui pourraient subsister seront éliminées lors de cette opération. La technique de polissage en phase humide a été confirmée et permet de limiter les risques d'échauffement. Plutôt que les traditionnels papiers abrasifs, on préférera l'emploi d'abrasifs synthétiques du type SCOTCH-BRITE de la Sté 3M. Le polissage peut être effectué manuellement ou avec l'utilisation d'une ponceuse appropriée ou une ponceuse vibrante, de préférence des machines oscillantes.

### **Polissage**

Le polissage repose sur le principe du ramollissement superficiel de la matière et nécessite un certain doigté. L'utilisation de tourets à polir est préconisée. Une surchauffe doit être évitée lors du polissage, les matières plastiques ont tendance à plastifier en raison de la mauvaise conductibilité thermique. Le processus optimal nécessite deux disques:

Le premier (abrasif) pour la préparation. Les disques de coton écru sont les plus appropriés. Le second (molletoné) pour la finition. Dans les deux cas, la vitesse de rotation linéaire ne doit pas excéder 23 m/s. On atteint cette vitesse de rotation par un nombre de tours usuels de 1.440 tours/min. avec un disque d'un diamètre de 300 mm.

### **Cires**

L'utilisation de cires lors du polissage et du lustrage améliore sensiblement l'aspect des surfaces polies. Cires se prêtant à ces différentes opérations:

MENZERNA 113 GZ pour le polissage

MENZERNA AT 6 pour le lustrage

Producteur MENZERNA Werk, Dr. Ing. W. Burkhart GmbH & Co.  
Gartenstr. 77, Postfach 43 49, 7500 Karlsruhe

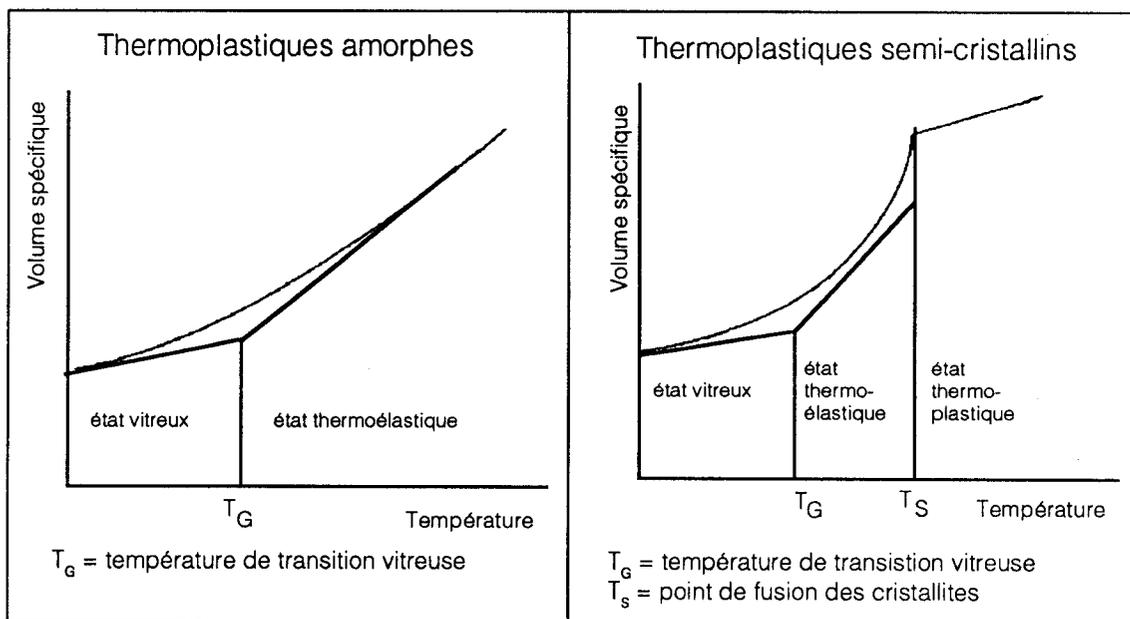
Pour le polissage et le lustrage en une seule opération, on recommandera l'emploi de la pâte référencée type 16.

## 9. Recuit de détensionnement

### 9.1 Libération des tensions internes

Tous les produits semi-ouvrés thermoplastiques ainsi que les pièces fabriquées qui en sont issues possèdent leurs propres tensions internes. Ces tensions ne sont pas à mettre sur le compte de l'influence de forces externes. Elles deviennent visibles quand l'ensemble des contraintes du corps considéré est perturbé. La masse fondue plastifiée dans l'extrudeuse est formée à l'air libre par la fente de l'outil. Le produit semi-ouvré encore plastifié, facilement déformable, est guidé successivement sur plusieurs rouleaux, refroidi et durci. L'évacuation de la chaleur se fait exclusivement à la surface externe du produit semi-ouvré, un refroidissement interne n'est pas possible. Par conséquent, une température inférieure à la surface externe (vitesse de refroidissement élevée) et une température élevée à l'intérieur du produit semi-ouvré (vitesse de refroidissement inférieure) a toujours lieu lors de l'extrusion à cause d'une mauvaise conductibilité thermique des matériaux plastiques. Des contractions volumiques apparaissent dans le produit semi-ouvré en raison des vitesses de refroidissement différentes (externe - interne).

Figure: variation du volume spécifique en fonction de la température



Cela signifie: efforts de traction à l'intérieur du produit semi-ouvré, et par conséquent des tensions de compression à l'extérieur.

## 9.2 Recuit

Particulièrement l'usinage par enlèvement de copeaux unilatéral perturbera ce régime de contrainte équilibré. Dans ce cas, des déformations comme par exemple une courbure ou une torsion de la matière peuvent apparaître. Comme remède s'offre la possibilité d'un traitement thermique préalable: le recuit (diminution des tensions). Pour réussir au mieux, veuillez tenir compte d'une série d'influences puisque la température du traitement thermique dépend du matériau.

Les matériaux amorphes sont recuits au-dessus de la température de transition vitreuse, les matières plastiques semi-cristallines à environ 10 à 20 °C en-dessous du point de fusion des cristallites (voir figure).

La durée de recuit est définie par la somme du temps d'échauffement, de séjour et de refroidissement, il est déterminé par

- l'épaisseur maximale du corps à recuire
- la position du profil de tension dans la coupe transversale de la paroi

Les pièces à recuire sont à placer dans une étuve de telle manière qu'une surface aussi large que possible soit exposée à la température nécessaire. L'étuve à circulation d'air avec une température régulière est la mieux adaptée.

Tableau 7: valeurs indicatives pour le recuit des thermoplastiques SIMONA

	Epaisseur mm	Chauffage		Refroidissement
		Temp. °C	Temps de chauffe h	
PE	20	120	2	10 °C d'abaissement de temp. par heure; arrêter l'étuve à la température de 50 °C (après env. 8 h). Retirer les pièces à env. 25 °C
	40		3	
	60		4	
	80		5	
	100		6	
	120		7	
PP	20	140	2	10 °C d'abaissement de temp. par heure; arrêter l'étuve à la température de 50 °C (après env. 10 h) Retirer les pièces à env. 25 °C.
	40		3	
	60		4	
	80		5	
	100		6	
	120		7	
PVDF	10	150	1,5	
	20		2	
	30		2,5	

Des températures de pointe de 1 heure suffisent en général pour le traitement d'épaisseurs <10 mm. Pour éviter que des contraintes internes se reforment pendant le processus de refroidissement, il faut respecter la diminution de la vitesse de refroidissement. A noter: plus la température est élevée, plus la vitesse de refroidissement doit être réduite.

### **9.3 Valeurs indicatives**

Si par exemple le polypropylène est recuit à 150 °C, il faut tenir compte d'une vitesse de refroidissement très lente particulièrement dans la zone de 150 à 100 °C (résultat des recherches de SIMONA AG). L'élément recuit peut être retiré de l'étuve dès qu'il a atteint une température superficielle de 50 °C. En raison du petit écart de température entre les 50 °C et la température ambiante du local il en résulte une convection libre, par la petite quantité de chaleur à éliminer et engendre une vitesse de refroidissement réduite.

Les joncs pleins en polymères thermoplastiques ont souvent un potentiel de contraintes internes. Dans le cas d'usinage par enlèvement de copeaux, il faut d'abord fabriquer des ébauches. Cela permet d'enrayer les déformations dues aux contraintes internes qui changent après le processus de recuit.

Si l'ébauche est à présent sans contraintes, elle est usinée à sa cote finale par des opérations successives (pour éviter toutes autres déformations). La pièce pauvre en contraintes permet des tolérances de fabrication relativement étroites.

Le recuit des pièces en matière plastique a seulement un sens si la pièce peut se déformer par libre dilatation. Si cela n'est pas le cas (par exemple des plaques en matière plastique enserrées dans un cadre métallique) il se produit des tensions thermiques. Le temps de recuit doit alors être défini soigneusement lors d'un cycle de fabrication.

## **10. Conseils**

Pour de plus amples informations sur l'usinage des matériaux thermoplastiques, veuillez consulter l'information produit correspondante.

Nos collaborateurs commerciaux et techniques possèdent une longue expérience dans l'application et la transformation des produits semi-ouvrés thermoplastiques. Nous vous conseillerons bien volontiers.