

Théorie Rectifier des pièces par meulage

Liste de contrôle pour un meulage sécurisé

- Lire les consignes de sécurité des fabricants de meuleuses et de produits abrasifs.
- Contrôler si le produit abrasif est autorisé pour la vitesse circonférentielle de la machine.
- Contrôler visuellement si les produits abrasifs ne sont pas endommagés.
- Vérifier le bon fonctionnement des dispositifs de protection des machines.
- Ne jamais démonter ou modifier les dispositifs de protection des machines.
- Porter des lunettes de protection fermées.
- Les pièces à meuler doivent toujours être fixées.
- Respecter le sens de rotation des bandes abrasives!



Utiliser une protection appropriée au positionnement de vos mains

Révision Rectifier des pièces par meulage

Questions de révision



1. Qu'entendez-vous par «granularité d'une meule»?

La rugosité d'une meule.

2. Quels produits abrasifs connaissez-vous?

Disques de meulage, disques à dégrossir, à tronçonner, disques en fibre non tissée.

3. Indiquez les tolérances d'une granularité moyenne?

Numéro de grain 46–80.

4. Quels sont les critères permettant de choisir la granularité de meulage pour les produits abrasifs?

– Type de matériau.

– Tâche de rectification.

– Rugosité de surface.

5. Qu'entendez-vous par «dureté» d'une meule?

Unité de la force du liant qui assure la cohésion des grains.

6. Quelles sont les relations entre la dureté du matériau et de l'abrasif?

Matériaux durs → produits abrasifs tendres.

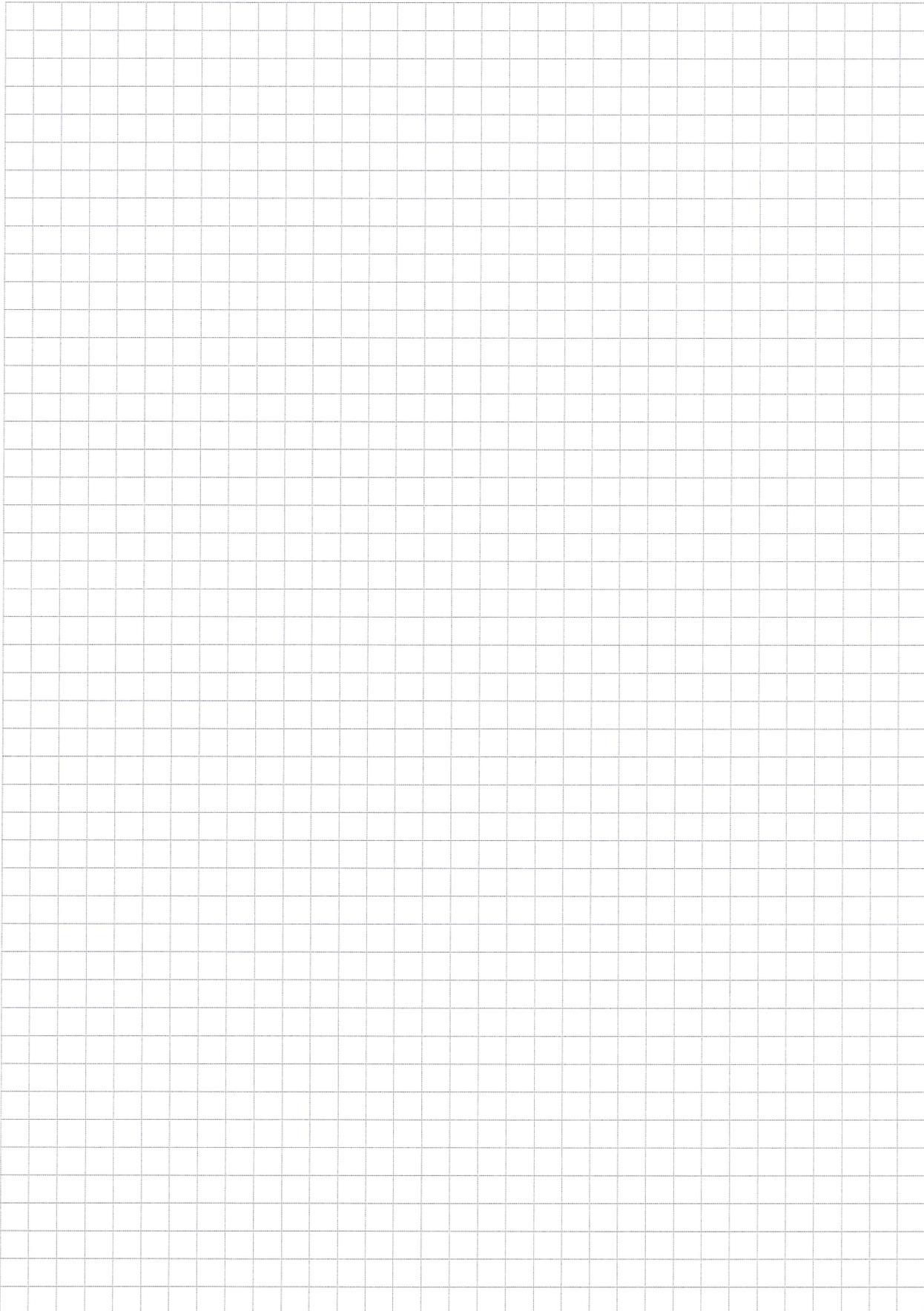
Matériaux tendres → produits abrasifs durs.

7. Pour quels travaux utilisez-vous les meuleuses stationnaires?

– Travaux d'ébarbage et de facettage (bande).

– Affûtage d'outils (pierre).

Notes Rectifier des pièces par meulage



A large grid of small squares, intended for taking notes. The grid is empty.

Thème Découper/débiter par cisailage et grugeage



- Couper des tôles et des profilés plats

Questions de base



1. Qu'entend-on par couper?

La coupe de tôles et de profilés est une opération sans enlèvement de copeaux.

2. Comment vous a paru le travail de cisailage ou de grugeage des tôles?

3. Qu'entendez-vous par cisailage?

Le cisailage est un procédé de fabrication par séparation sans génération de copeaux, il sert à partager des matériaux et à les découper au format avant d'en poursuivre l'usinage.

4. Quelles mesures connaissez-vous pour prévenir les accidents pendant le cisailage?

– Ne jamais introduire les doigts dans la zone des lames de la cisaille et des serre-tôles.

– Porter des gants (risque de coupure avec les arêtes vives et les bavures de coupe sur les tôles).

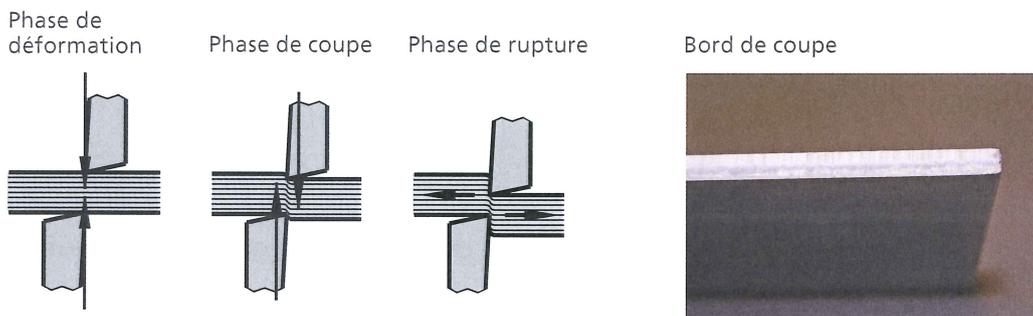
– Sécuriser le levier de la cisaille pour l'empêcher de descendre dangereusement.

– Ne pas utiliser les cisailles à levier et mécaniques sans dispositifs de plaquage de tôles.

Théorie Découper/débiter par cisailage et grugeage

Cisailage

Le cisailage consiste à découper des tôles entre deux tranchants se déplaçant l'un contre l'autre. La plupart des outils et des appareils présentés dans cette unité didactique fonctionne selon ce principe.

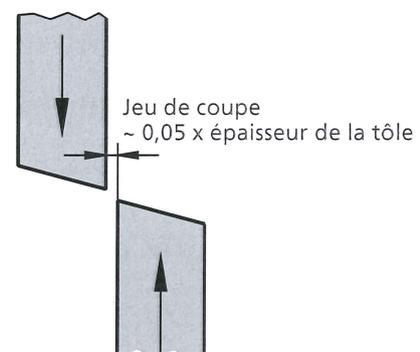


L'application d'une force entre les mâchoires de découpage refoule la matière. Ensuite le tranchant commence à glisser. Lorsque la résistance au cisaillement est dépassée, le tranchant s'enfonce dans la matière. La force de coupe nécessaire dépend de l'épaisseur de la matière et de sa résistance au cisaillement.

Jeu de coupe

Sur certaines machines et appareils à découper, le jeu de coupe doit être réglé. Ce jeu varie essentiellement en fonction de l'épaisseur de la tôle et de la résistance au cisaillement de la matière. Ce jeu s'élève approximativement à **5 % de l'épaisseur de la tôle**.

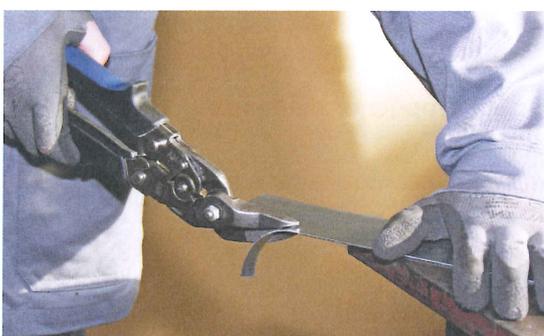
Le jeu de coupe est **trop grand** lorsque la surface de coupe est rugueuse et fragile, tout en présentant une bavure importante.



Si le jeu de coupe est trop faible, les couteaux se détériorent.

Cisaille à main

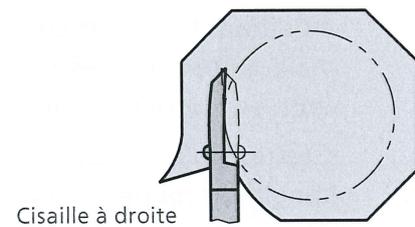
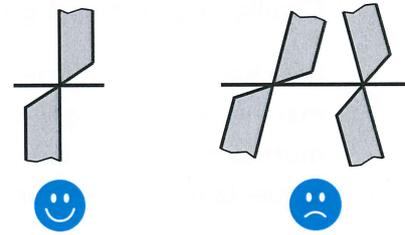
La cisaille à main s'utilise pour découper les tôles minces jusqu'à env. 1,5 mm d'épaisseur.



Théorie Découper/débiter par cisailage et grugeage

Il est essentiel de tenir la cisaille perpendiculairement à la pièce. Placez les mains sur la moitié arrière des poignées afin de profiter au maximum de l'effet de levier.

Il existe des cisailles à gauche et à droite. Sur une cisaille à droite, la mâchoire droite doit être positionnée en bas dans le sens de coupe. Pour une coupe circulaire, elle est avancée dans le sens des aiguilles d'une montre, afin que la coupe soit toujours visible. Sur une cisaille à gauche, c'est le contraire.



Sécurité au travail



Avec des cisailles à main, ne découpez que des tôles, mais jamais de câbles ou de produits ronds (détérioration des tranchants, danger de glissement).

Cisaille à levier

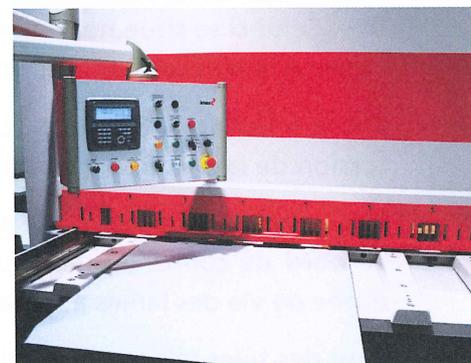
Pour coupes droites de toutes longueurs. Selon son exécution, la cisaille est utilisable pour des tôles d'acier jusqu'à 6 mm d'épaisseur.



Cisaille à guillotine

La cisaille à guillotine s'utilise pour découper des plaques de tôle. Selon son exécution, ce type de cisaille se prête au découpage de tôles jusqu'à env. 2,5 mm d'épaisseur. Le jeu de coupe doit être réglé en fonction de l'épaisseur du matériel.

Il existe des cisailles à guillotine à commande mécanique ou hydraulique avec une force de coupe pouvant atteindre plusieurs newtons.



Théorie Découper/débiter par cisailage et grugeage

Cisailles à guillotine à guide de coulisse

Les cisailles à guillotine à guide de coulisse sont de construction légère et bon marché. En règle générale, celles-ci fonctionnent toujours avec la puissance motrice maximale. La longueur d'attaque des lames et l'angle de coupe avec lequel la lame supérieure coupe la tôle déterminent la puissance motrice.

La cisaille peut être adaptée à différentes épaisseurs et à la qualité de tôle en modifiant l'angle de coupe. Afin de ne pas dépasser la longueur d'attaque maximale en cas de tôles très épaisses, l'angle est agrandi, c'est-à-dire qu'il est plus «obtus». Sur ce type de cisailles, l'angle d'attaque des lames se situe entre 1° et 3° . C'est avec l'angle de coupe de la lame que la qualité de coupe est déterminée. L'angle de coupe optimal se situe dans une plage de $1^\circ 10'$ à $1^\circ 20'$. Si l'angle de coupe est plus petit, on obtient des pièces en tôle «en forme de sabre», si l'angle est plus grand, les pièces en tôle particulièrement minces se vrillent.

Les guidages de la barre porte-lames sont soumis à une forte usure. Ceux-ci doivent être régulièrement réajustés.

Domaine d'application:
pour couper une large
gamme de qualités de
tôles moyennant des
coûts d'investissement
relativement faibles.



Cisailles d'arasage par vibrations

Les cisailles d'arasage par vibrations sont généralement construites dans un caisson indéformable. La barre porte-lames est guidée sans jeu le long d'une trajectoire circulaire courte par l'intermédiaire d'un palier rotatif. L'angle de coupe est fixe. Celui-ci se situe normalement dans la plage optimale de $1^\circ 10'$ à $1^\circ 20'$. Il détermine la puissance motrice requise ou l'épaisseur maximale de la tôle à couper.

Grâce à l'angle de coupe plat, les forces transversales sont faibles. De ce fait, la torsion de la découpe de la tôle est moindre.

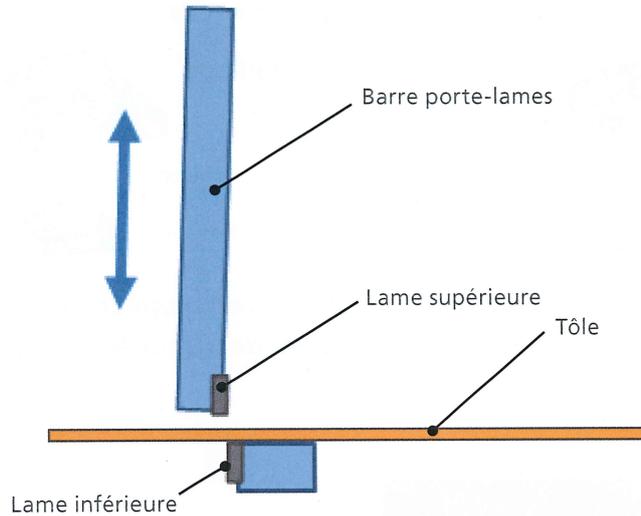
Plus le jeu de coupe est réglé avec précision, plus la tolérance de coupe est bonne. Le bord de coupe présente une surface de coupe nette et une arête fine. La durée de vie des lames augmente.

Pour des tôles minces, le jeu de coupe peut être réglé jusqu'à 0,04 mm. La durée de vie des lames augmente d'environ 50 % comparé aux cisailles à guillotine à guide de coulisse.

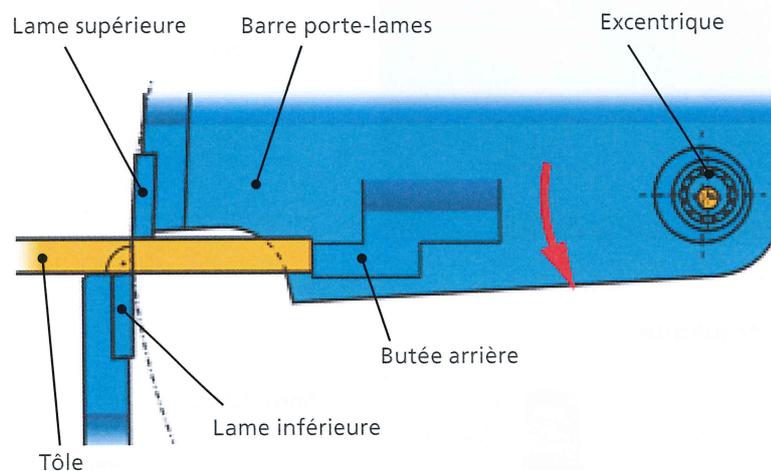
En raison de leur construction lourde et plus sophistiquée, les cisailles d'arasage par vibrations sont plus coûteuses que les cisailles à guide de coulisse. Celles-ci garantissent par contre une puissance de coupe élevée avec une bonne qualité de coupe constante et de petites tolérances moyennant un haut rendement.

Théorie Découper/débiter par cisailage et grugeage

Principe d'une cisaille à guillotine



Principe de fonctionnement du système à guide de coulisse



Principe de fonctionnement du système d'arasage par vibrations

Fonctions et équipements d'une cisaille d'arasage par vibrations

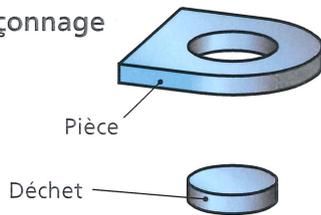
- Table de machine avec rouleaux sphériques intégrés pour le positionnement facilité de la tôle sur la machine
- Serre-tôles hydraulique
- Protection des mains mécanique ou par un rideau lumineux électronique
- Butée d'angle avec échelle de mesures intégrée et éventuellement une butée arrière
- Eclairage de l'arête de coupe pour un débitage selon un tracé
- Commande de machine dotée de diverses fonctions (aussi CNC avec séquence de coupe programmable)
- Dispositifs de soulèvement combinés à une glissière pour les pièces
- Ejection à l'avant de petites pièces
- Surveillance de l'accès à l'arrière de la machine

Théorie Découper/débiter par cisailage et grugeage

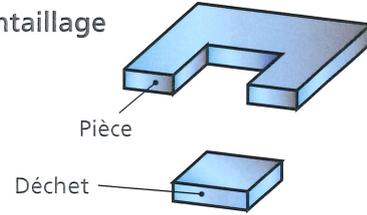
Poinçonneuse et encocheuse

Pour la confection de trous et d'entailles, on utilise les procédés de coupe suivants:

Poinçonnage

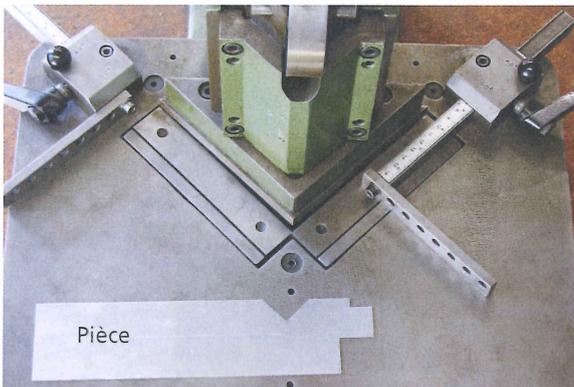


Entaillage

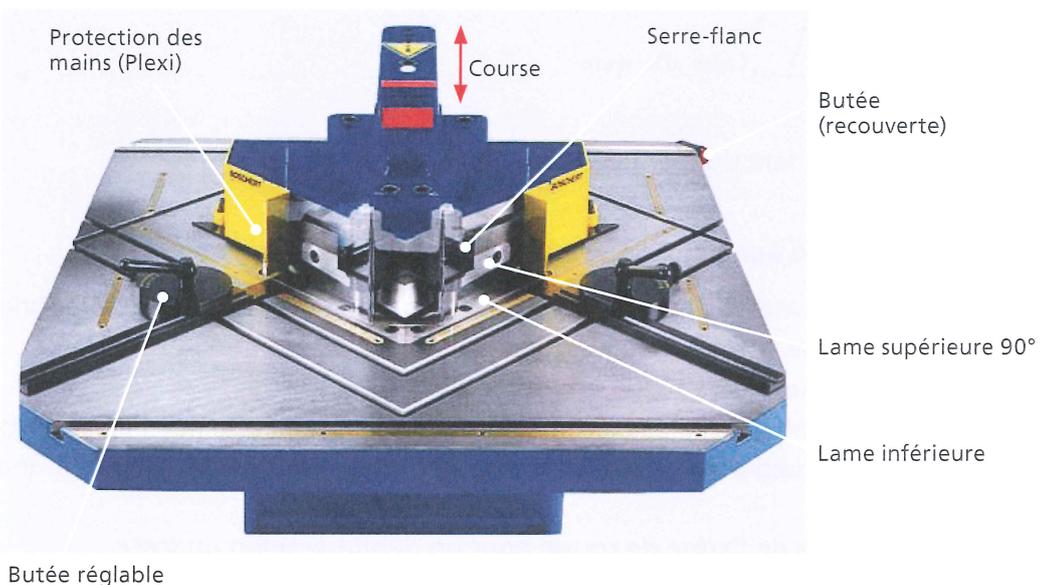


Pour le poinçonnage ou l'entaillage, on utilise des outils de coupe correspondants (poinçon et matrice) sur des presses à levier à commande manuelle ou motorisée.

Encocheuse manuelle



Encocheuse hydraulique



Théorie Découper/débiter par cisailage et grugeage

Sécurité au travail



- Lors de tout travail sur des machines ou appareils à découper, veillez à ne pas vous couper les doigts.
- Les dispositifs de sécurité tels que serre-tôles, capot de sécurité et limiteur de course doivent toujours rester en place.

Cisaille électrique à main

La cisaille électrique à main est utilisable pour effectuer des coupes droites, circulaires et courbes. Le jeu de coupe doit être réglé en fonction de l'épaisseur de la tôle.



Grignoteuse à main

La grignoteuse à main sert à réaliser des coupes et diverses formes dans la tôle. Le matériau est coupé par des coupes successives rapides et courtes. On constate une perte de matière lors de la coupe due aux chutes de découpe dans la largeur de l'outil de poinçonnage (environ 7 à 10 mm).

La grignoteuse est utilisée principalement pour des coupes brutes, des coupes par estampage ainsi que des coupes réalisées à main levée et avec des gabarits. De ce fait, la tôle est pratiquement sans torsion ni tension.



Sécurité au travail



- Porter des gants de protection.
- Pour travailler avec la grignoteuse, il faut toujours mettre des lunettes de protection.
- Fixer les pièces à usiner.
- Attention avec les câbles électriques: les vibrations des coupes et les bords de tôle tranchants peuvent endommager l'isolation du câble.



Exercez-vous à faire des coupes droites, circulaires et courbes avec une cisaille à main. Commencez par tracer une tôle de 1 mm d'épaisseur puis découpez-la.

Découvrez d'autres outils de découpage utilisés dans votre atelier. Pour leur manipulation et les précautions à prendre, consultez les modes d'emploi respectifs ou demandez à votre formateur.

Révision Découper/débiter par cisailage et grugeage

Effectuez quelques coupes d'exercices avec ces différents outils.

Questions de révision



1. En coupant du papier, vous constatez que celui-ci ne se coupe pas mais s'enroule autour des ciseaux. Pourquoi?

– Le jeu de coupe est trop grand.

– Les lames des ciseaux sont émoussées.

2. Jusqu'à quelle épaisseur peut-on couper une tôle avec une cisaille à main?

Selon le matériau jusqu'à une épaisseur de tôle d'env. 1,5 mm.

3. De quoi l'espace du jeu de coupe dépend-il?

– De l'épaisseur.

– De la résistance au cisailage du matériau à détacher.

4. Comment calculez-vous l'espace du jeu de coupe?

Jeu de coupe $\approx 5\%$ de l'épaisseur de tôle.

Thème Couper par estampage



- Définir le jeu de coupe
- Choisir les outils
- Nommer des machines d'usinage pour estamper, choix, réglage et utilisation

Questions de base



1. Pourquoi le fromager tient-il la lame de manière inclinée, lorsqu'il coupe un fromage?

Dépense d'énergie moindre, effort de coupe progressif.

2. Quelles sont les formes qui peuvent être estampées?

Toutes les formes planes.

3. Quel équipement de protection individuel portez-vous pendant l'estampage?

Lunettes de protection, casque antibruit, gants de protection,
chaussures de sécurité.

4. Que signifie estamper?

Pendant l'estampage, des pièces plates de matériaux différents sont
fabriquées à l'aide d'une presse à découper ou par la frappe d'une matière
de coupe. Le procédé de coupe utilisé à cet effet est le cisailage.

(Source: Wikipedia)

Théorie Couper par estampage

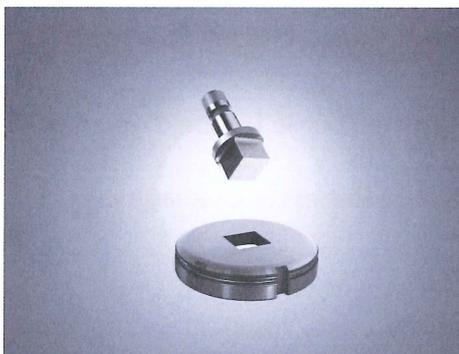
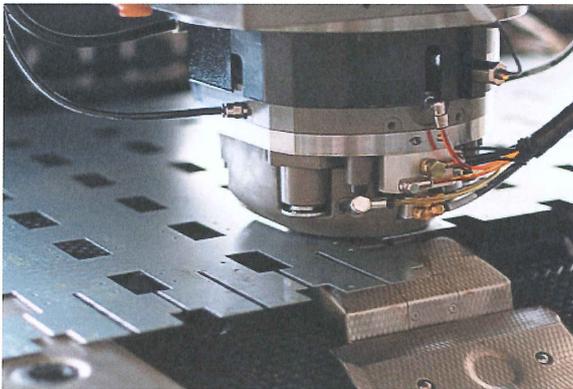
Estampage

Une machine à estamper fonctionne comme une perceuse à papier. Le poinçon presse le papier sur le support de la perceuse puis l'on obtient une ouverture circulaire. Les résidus d'estampage sont collectés dans la boîte de la perceuse.

L'estampage est réalisé de la même manière.

La tôle se trouve entre le poinçon et la matrice. Le poinçon se déplace vers le bas et s'enfonce dans la matrice. Les bords du poinçon en se déplaçant coupent la tôle. C'est pourquoi l'estampage fait partie du groupe de procédés du cisailage. Vue de plus près, l'opération d'estampage se déroule en quatre phases. Lorsque le poinçon entre en contact avec la tôle, dans un premier temps, il la déforme. Puis, il la coupe. Ensuite, la tension générée dans le matériau est telle que la tôle se casse le long du contour de coupe. La pièce de tôle estampée ce qu'on appelle la chute de poinçonnage est évacuée vers le bas. Lorsque le poinçon remonte, il se peut qu'il entraîne la tôle avec lui. Dans ce cas, un dévêtisseur détache la tôle du poinçon.

Lors de l'estampage, la forme de la pièce poinçonnée correspond à la géométrie du poinçon.

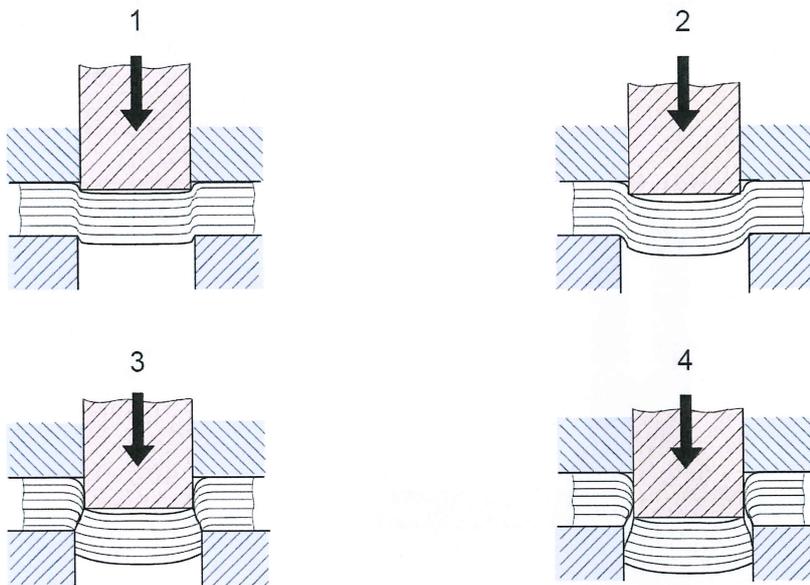


Théorie Couper par estampage

Les outils de poinçonnage sont conçus en acier de haute qualité à coupe rapide (HSS) qui résiste aux forces d'estampage conséquentes et aux températures qui apparaissent sur le bord.

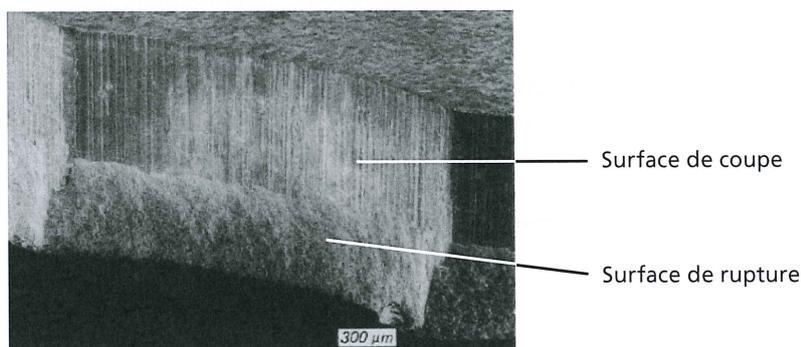
Les quatre étapes de l'estampage

L'opération d'estampage est divisée en 4 phases.



- Phase 1: déformation de la tôle
- Phase 2: coupe
- Phase 3: rupture
- Phase 4: évacuation de la chute de poinçonnage

Lors de l'estampage, une surface de rupture propre concernant la coupe est préconisée. Pour la qualité, le choix de la matrice ou la dimension du jeu de coupe est décisif. Avec un jeu de coupe dont la dimension est de 10 % de l'épaisseur du matériau, le rapport coupe/rupture correspond à $\frac{1}{3}$ de la coupe et $\frac{2}{3}$ de la rupture. Si l'on choisit un jeu de coupe plus faible, le rapport de coupe peut augmenter jusqu'à $\frac{2}{3}$.



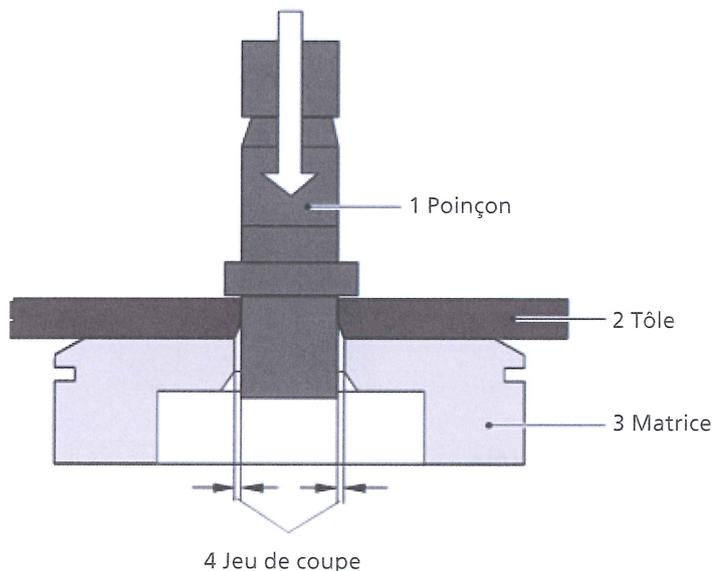
Théorie Couper par estampage

Jeu de coupe

Détermination du jeu de coupe (nommé aussi interstice de cisaillement) sur les matrices.

F = Facteur pour la qualité de tôle correspondante

Acier à ressort		F = 0,30
Acier inoxydable	1.4301	F = 0,20
Acier de construction	St37	F = 0,20
Aluminium	AlMg3	F = 0,15
Cuivre	Cu	F = 0,20



- 1: Poinçon
2: Epaisseur de tôle
3: Matrice
4: Dégrossisseur
5: Jeu de coupe

Calcul du jeu de coupe pour des outils cylindriques.

Jeu de coupe = Epaisseur de tôle × facteur

Exemple:

vous avez reçu une commande pour l'estampage dans une série de tôles (matériau: Cu; épaisseur de tôle: 1,5 mm) d'un trou circulaire $d = 20$ mm. Calculez la taille de la matrice.

On a: $d_{\text{poinçon}} = 20$ mm; $t_{\text{tôle}} = 1,5$ mm; matériau: Cu

On cherche: d_{matrice}

Solution: jeu de coupe = épaisseur de tôle × facteur_{Cu}
 $0,3 \text{ mm} = 1,5 \text{ mm} \times 0,2$

$d_{\text{matrice}} = d_{\text{poinçon}} + \text{jeu de coupe}$

$d_{\text{matrice}} = 20 \text{ mm} + 0,3 \text{ mm} = 20,3 \text{ mm}$

Théorie Couper par estampage

Force d'estampage

$$F_{est} = U \times t \times R_m \times 0,8$$

Attention!

Il ne faut pas dépasser la force d'estampage maximale de la machine à estamper (voir plaque signalétique).



Exemple 1

On a: force d'estampage max. de la machine $F_{max} = 300 \text{ kN}$
 poinçon à trou oblong $d \times l = 10 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$
 épaisseur de matériau $t = 5 \text{ mm}$
 résistance à la traction du matériau $R_m = 420 \text{ Nm/mm}^2$ (acier)

Exercice: calculez la force d'estampage du trou oblong et indiquez si la machine à estamper disponible convient.

Solution:

$$F_{est} = U \cdot t \cdot R_m \cdot 0,8$$

$$U = d \cdot \pi + 2 \cdot (l - d)$$

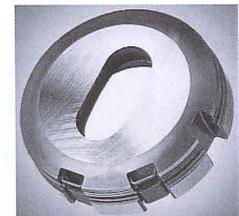
$$U = 10 \text{ mm} \cdot \pi + 2 \cdot (100 \text{ mm} - 10 \text{ mm})$$

$$U = 31,42 \text{ mm} + 180 \text{ mm} = 211,42 \text{ mm}$$

$$F_{est} = 211,42 \text{ mm} \cdot 5 \text{ mm} \cdot 420 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 0,8 = 355178,76 \text{ N}$$

$$F_{max.} = 300 \text{ kN} = 300000 \text{ N}$$

$F_{max.} < F_{est} \rightarrow \text{Ⓢ La force d'estampage de la machine est insuffisante.}$



Exemple 2

On a: force d'estampage max. de la machine $F_{max} = 300 \text{ kN}$
 poinçon rond $D = 10 \text{ mm}$
 épaisseur de matériau $t = 3 \text{ mm}$
 résistance à la traction du matériau $R_m = 720 \text{ Nm/mm}^2$
 (acier inoxydable)

Exercice: calculez la force d'estampage du trou oblong et indiquez si la machine à estamper disponible convient.

Solution:

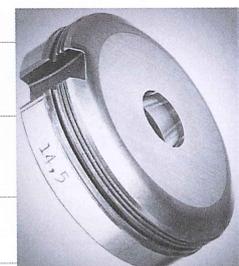
$$F_{est} = U \cdot t \cdot R_m \cdot 0,8$$

$$U = d \cdot \pi = 10 \text{ mm} \cdot \pi = 31,416 \text{ mm}$$

$$F_{est} = 31,416 \text{ mm} \cdot 3 \text{ mm} \cdot 720 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 0,8 = 54286,72 \text{ N}$$

$$F_{max.} = 300 \text{ kN} = 300000 \text{ N}$$

$F_{max.} > F_{est} \rightarrow \text{Ⓢ La force d'estampage de la machine est suffisante.}$



Théorie Couper par estampage

Ajuster le poinçon

Lors de la mise au point de la machine à estamper, il faut veiller à ce que le poinçon et la matrice soient alignés exactement l'un par rapport à l'autre.

Cette opération est appelée l'ajustage. C'est la seule manière pour garantir que le jeu de coupe reste exact sur toute la circonférence de la géométrie de coupe.



Dispositif d'ajustage



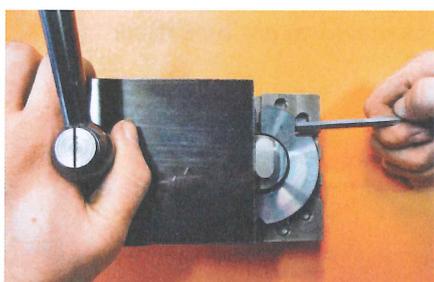
Anneau d'ajustage



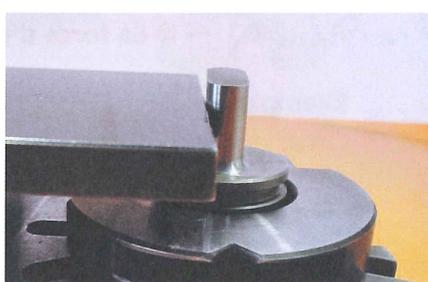
Ajustage correct



Ajustage erroné



Ajuster et fixer correctement



Ajustage erroné



Les conséquences d'un poinçon mal ajusté peuvent très vite coûter cher (bris de l'outillage).