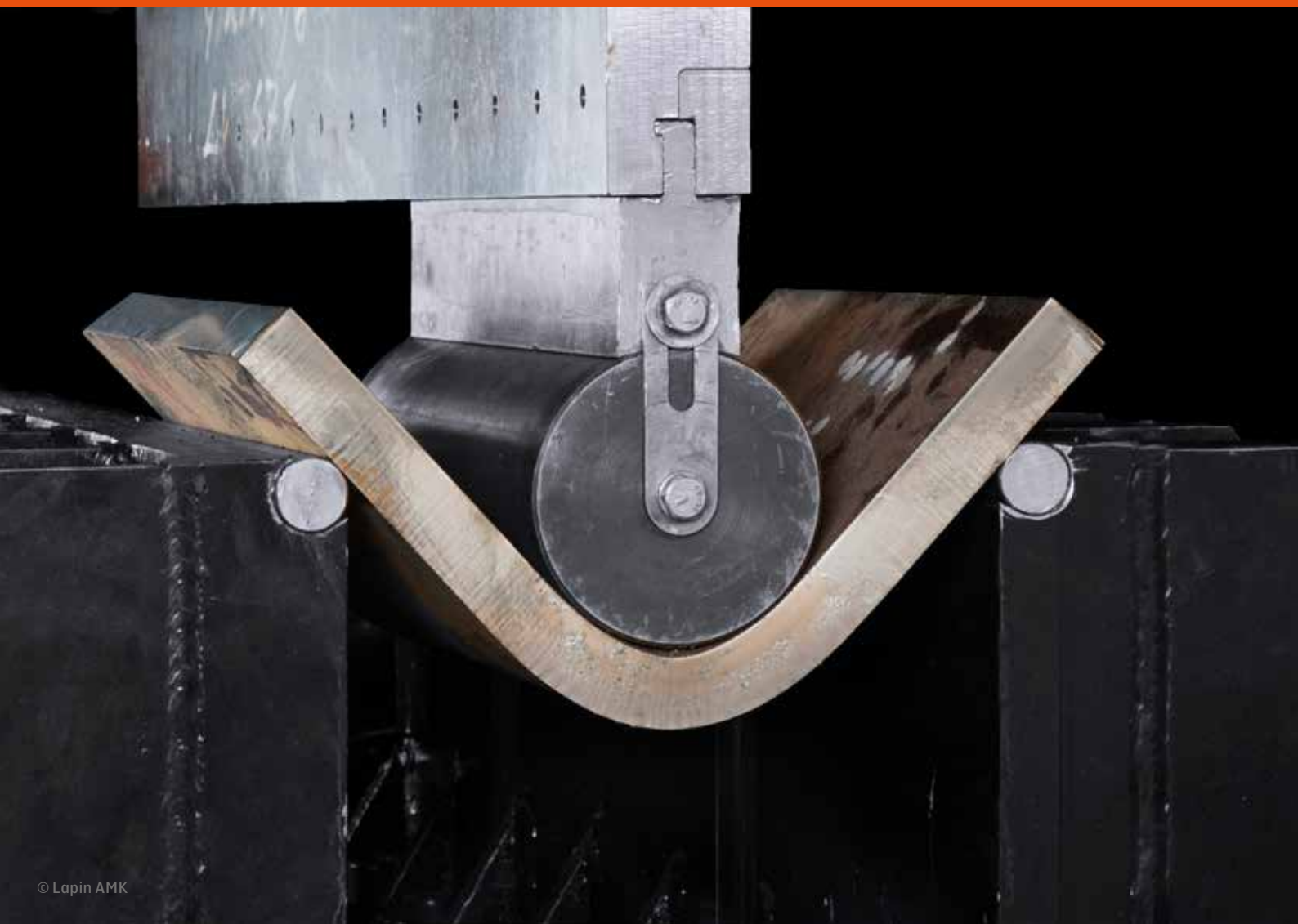


PLIAGE ET USINAGE



LA SOLUTION POUR TOUS VOS BESOINS DE RÉSISTANCE À L'USURE

L'acier anti-abrasion Raex est conçu pour les structures en acier soumises à une usure abrasive. Sa très bonne résistance à l'abrasion augmente considérablement la durée de vie des équipements, vous faisant gagner du temps et de l'argent.

Raex prolonge la durée de vie des structures en acier grâce à son poids, plus léger que celui des aciers doux. Avec des composants plus légers, vous augmentez la charge utile, vous limitez les trajets, vous économisez du carburant et vous diminuez les émissions de carbone.

INTRODUCTION

Raex est produit à partir de matières premières soigneusement sélectionnées via des processus intégrés étroitement contrôlés. Il en résulte un acier performant d'excellente qualité offrant une dureté, une aptitude au pliage, une qualité de surface et une planéité exceptionnelles. Les aciers Raex sont livrés en tôles fortes et tôles découpées en longueur, avec une dureté de 300 à 500 HB.

Raex est particulièrement apprécié dans les ateliers, pour ses facilités de découpe, de soudage et de pliage. Il prolonge la durée de vie des machines, élargit les possibilités de conception et permet de créer des produits légers avec un meilleur rendement énergétique.

Ce manuel décrit les principes du pliage libre et du pliage en frappe et fournit des recommandations pratiques spécifiques à Raex. Vous y apprendrez notamment que la force de pliage et le niveau de retour élastique requis sont

généralement proportionnels à la limite d'élasticité de l'acier. Pour tirer pleinement partie de l'aptitude au pliage des aciers Raex, il convient d'adopter des pratiques de travail rigoureuses. Des outils usés, une mauvaise lubrification, une surface endommagée ou des bavures sur les arêtes peuvent altérer la qualité du pliage. Les tôles stockées au froid doivent être portées à température ambiante avant d'être formées à froid.

Cette brochure fournit également des informations et des recommandations relatives à l'usinage des aciers Raex, notamment :

- Le perçage,
- Le filetage,
- Le sciage,
- Le fraisage et le tournage.



MÉTHODES DE PLIAGE

Dans la presse, la tôle est placée entre le poinçon et la matrice. Elle est pliée selon l'angle prévu ou selon un rayon de pliage libre.

Lors du pliage libre, la plaque repose sur les arêtes supérieures de l'interstice de matriçage pendant toute la durée de la passe. Vous pouvez ajuster la longueur de la course pour régler le rayon de pliage (figure 1). Vous pouvez aussi régler l'interstice de matriçage.

Lors du pliage en frappe, la longueur de course est réglée de manière à ce que le poinçon pousse la plaque jusqu'au fond de la matrice. Une arête se forme au niveau du contact entre la plaque, le poinçon et la matrice (figure 1). L'interstice de matriçage (Vé) a une largeur fixe, qui n'est pas réglable.

PRÉPARATION AVANT PLIAGE

- La température de la tôle doit être au moins à +20 °C.
- Nous vous recommandons de rentrer les tôles stockées au froid dans l'atelier, au moins un jour avant le pliage.
- Vous pouvez, si besoin, chauffer la zone à plier à l'aide d'une flamme au gaz.
- Le préchauffage réduit la force de pliage nécessaire et améliore l'aptitude générale au formage. Il doit être maintenu entre +100 et +200 °C.
- Identifiez le sens de laminage de la plaque.
- Les éventuels défauts de surface pouvant apparaître sur la face exposée aux tensions doivent être éliminés.
- Après une découpe thermique ou mécanique, meulez les défauts sur l'arête de la plaque, au moins sur la partie qui sera pliée.
- Un sablage excessif peut avoir un effet négatif sur l'aptitude au pliage. La recommandation pour les produits RAEX s'applique en fonction d'essais sur une surface non sablée.

FIGURE 1. MÉTHODES ET OUTILS DE PLIAGE.

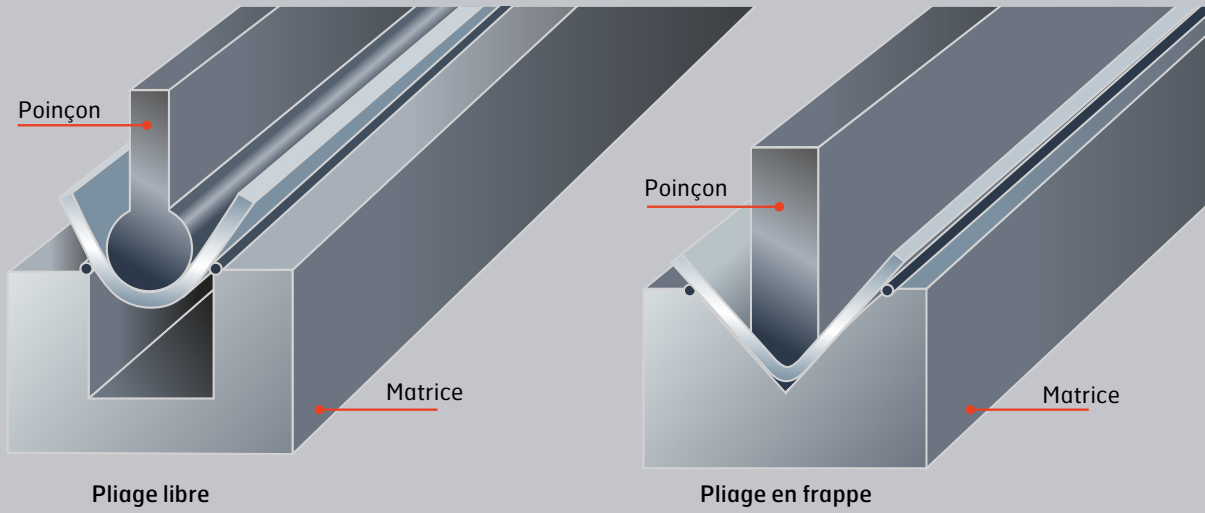
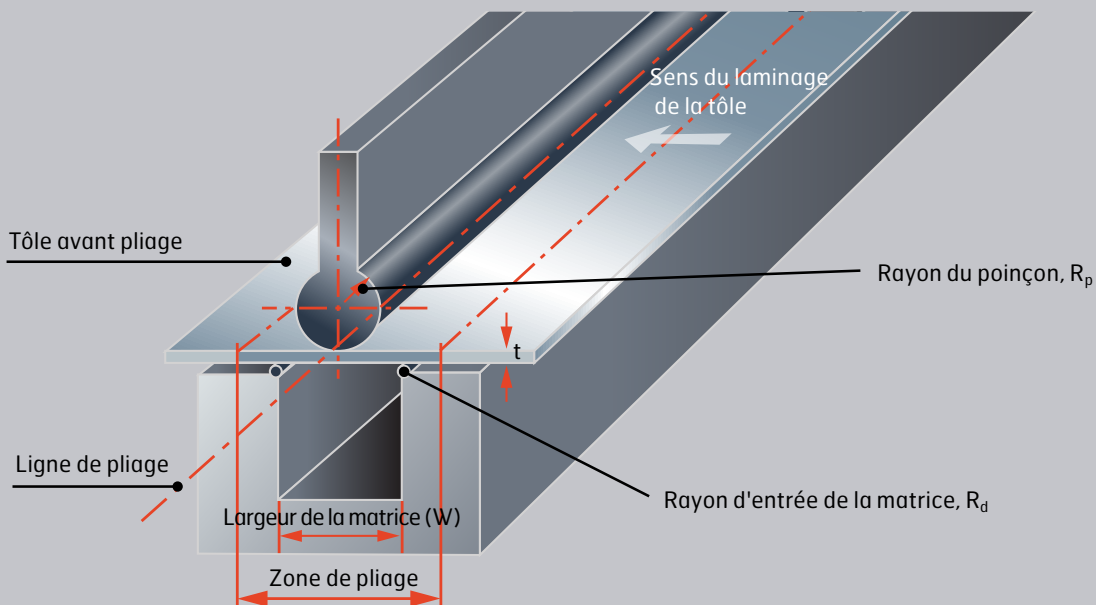


FIGURE 2. NOUS VOUS RECOMMANDONS DE PLIER PERPENDICULAIREMENT AU SENS DU LAMINAGE.





INSTRUCTIONS DE PLIAGE

- Lors de chaque pliage, respectez les consignes de sécurité.
- Augmentez la force de pliage, le niveau de retour élastique et le rayon de pliage proportionnellement à la limite d'élasticité de l'acier.
- Utilisez le rayon de pliage le plus large possible.
- Effectuez le bordage en une seule passe.
- Servez-vous à la fois de vos connaissances théoriques et empiriques pour optimiser votre pratique.
- Pour déterminer les valeurs de pliage, faites un pliage d'essai et prenez en compte l'angle de retour élastique.
- L'angle de retour élastique varie en fonction du réglage des outils. Pour la nuance Raex 400, il est compris entre 8° et 25° et pour la nuance Raex 500, il est compris entre 15° et 35°. Plus l'interstice de matriçage est large, plus l'angle de retour élastique est grand.
- Faites, si possible, des essais préalables.

INSTRUCTIONS DE PLIAGE POUR L'ATELIER

Lors du pliage ou du bordage, le diamètre du poinçon sera choisi en fonction de la nuance d'acier, de l'épaisseur de la tôle et du rayon de pliage. Le tableau 1 indique le diamètre du poinçon (D), l'épaisseur de la tôle (t) et le rayon de pliage interne (R) pour les nuances Raex 400, Raex 450 et Raex 500.

FORCE DE PLIAGE

Pour estimer la force de pliage (P, en tonnes métriques) nécessaire au pliage des tôles d'acier, utilisez la formule suivante :

$$P = \frac{b \cdot t^2 \cdot R_m}{(W - R_d - R_p) \cdot 9800}$$

- P = Force de pliage, tonnes métriques
- t = Épaisseur de la plaque, mm
- W = Largeur de la matrice, mm (figure 2)
- b = Longueur de pliage, mm
- R_m = Résistance à la traction, MPa (tableau 2)
- R_d = Rayon d'entrée de la matrice, mm (figure 2)
- R_p = Rayon du poinçon, mm

TABLEAU 1. ACIERS ANTI-ABRASION RAEX. INSTRUCTIONS DE PLIAGE POUR L'ATELIER.
 Choisissez le diamètre de poinçon le plus petit autorisé pour Raex, en fonction de l'épaisseur de la tôle et du rayon de pliage.

Diamètre du poinçon D (mm)	Rayon de pliage R (mm)	RAEX 400		RAEX 450		RAEX 500	
		Épaisseur de la tôle t (mm) à plier perpendiculairement ¹⁾	Épaisseur de la tôle t (mm) à plier dans le sens longitudinal ¹⁾	Épaisseur de la tôle t (mm) à plier perpendiculairement ¹⁾	Épaisseur de la tôle t (mm) à plier dans le sens longitudinal ¹⁾	Épaisseur de tôle t (mm) à plier perpendiculairement ¹⁾	Épaisseur de tôle t (mm) à plier dans le sens longitudinal ¹⁾
12	6	2					
16	8		2				
18	9	3					
24	12	4	3	3			
30	15	5			3	3	
36	18	6	4	4			3
40	20		5	5	4	4	
50	25	8	6	6			4
56	28	9	7	7	5	5	
60	30	10					5
72	36	12	8	8	7	7	6
80	40	13	10	10			
100	50	16	12	12		10	8
110	55	18			10		
120	60	20	15	15			10
140	70				14	14	
170	85		20	20			14
200	100				20	20	
240	120						20

¹⁾ Ligne de pliage par rapport au sens de laminage de la plaque.

Dans le cas d'un pliage en V (90°), le rapport recommandé entre la largeur de la matrice et l'épaisseur de la plaque est W/t ≈ 15.

Le tableau 2 indique la résistance classique à la traction des aciers Raex.

TABLEAU 2. ACIERS ANTI-ABRASION RAEX. VALEURS CLASSIQUES DE RÉSISTANCE À LA TRACTION ET DE DURETÉ.

Nuance Raex	Résistance à la traction R _m (MPa)	Dureté (HBW)
Raex 300	1000	300
Raex 400	1250	400
Raex 450	1450	450
Raex 500	1600	500



RAYON MINIMUM DE PLIAGE

Le tableau 3 indique les rayons minimum de pliage des aciers anti-abrasion Raex. En production, pour le pliage ou le bordage il est recommandé d'utiliser des rayons de pliage intérieurs supérieurs aux rayons de pliage minimum requis. La qualité du pliage dépend non seulement de la tôle d'acier, mais aussi des techniques et des outils utilisés. Pour réussir votre pliage, il est important d'adopter les bonnes technologies et bonnes pratiques de transformation. Des outils usés, une mauvaise lubrification, une surface endommagée ou des rayures sur la surface de l'acier peuvent altérer la qualité du formage à froid.

TABLEAU 3. ACIERS ANTI-ABRASION RAEX. RAYON MINIMUM DE PLIAGE R, ANGLE DE PLIAGE ≤ 90 .

Nuance Raex	Forme du produit	Épaisseur (mm)	R/t minimum transverse	R/t minimum longitudinal	Largeur d'ouverture de la matrice W/t minimum
Raex 300	Tôle	2–8	3	3	12
Raex 400	Tôle	2–8	3	4	12
	Plaque	6–20	3	4	14
Raex 450	Tôle	2,5–8	3	4	12
	Plaque	6–20	4	5	14
Raex 500	Tôle	3–6,5	3,5	4	14
	Plaque	6–20	5	6	14

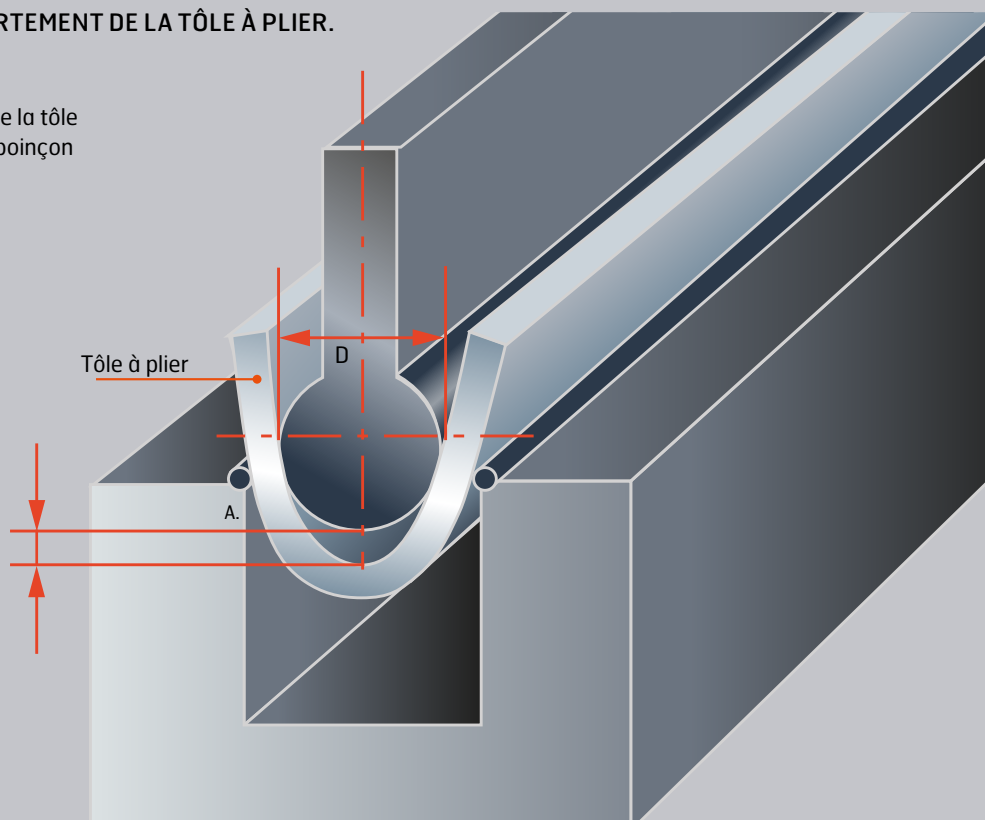
Ce manuel contient des recommandations d'ordre général. SSAB AB décline toute responsabilité quant à leur adéquation à des cas particuliers. Il incombe donc à l'utilisateur d'apporter les adaptations nécessaires au cas par cas.

ÉCARTEMENT DE LA TÔLE À PLIER

La figure 3 illustre l'écartement (A) entre la tôle à plier et le diamètre du poinçon (D). Lorsque vous travaillez des aciers à haute limite d'élasticité, vous devez prendre en compte cet écartement. Il est important de régler un angle de pliage final précis. Le rayon du poinçon a moins d'importance. Pour vous assurer de la précision du rayon de pliage, procédez à un pliage d'essai. Ensuite, sélectionnez le rayon de poinçon qui vous permettra d'obtenir l'angle de pliage final, selon le résultat souhaité. Le rayon du poinçon est en général légèrement supérieur au rayon de pliage prescrit.

FIGURE 3.ÉCARTEMENT DE LA TÔLE À PLIER.

A = Écartement de la tôle
D = Diamètre du poinçon





APTITUDE À L'USINAGE

INSTRUCTIONS GÉNÉRALES POUR L'USINAGE :

- La machine doit être fixe et stable.
- Bridez fermement la pièce à travailler, en particulier au niveau de la zone à découper.
- N'utilisez pas de porte-outils ou un porte-à-faux trop long.
- Évitez toute vibration pendant toute la durée de l'usinage.
- Faites particulièrement attention au démarrage d'une découpe.
- Meulez toute arête rugueuse due à l'oxycoupage, dans la partie sur laquelle vous commencerez la découpe.
- Assurez-vous que l'avance et la profondeur de découpe sont suffisantes.
- L'arrosage d'huile de coupe doit être abondant.
- En cas de découpe à sec, réduisez la vitesse de coupe.
- Si vous usinez régulièrement des aciers anti-abrasion, choisissez des outils en métal dur conformément aux fiches techniques des fabricants.

PERÇAGE

Les tableaux 4, 5 et 6 indiquent les paramètres de perçage recommandés pour les forets en acier rapide non allié HSS et les forets HSS en alliage cobalt. Le tableau 6 indique également les paramètres de perçage recommandés pour la nuance d'acier Raex 500 si vous utilisez des forets monobloc en carbure cémenté. Pour percer les nuances Raex 400 et Raex 450, utilisez des forets HSS. Pour percer la nuance Raex 500, nous vous recommandons d'utiliser des forets en métal dur.

INSTRUCTIONS GÉNÉRALES RELATIVES AU PERÇAGE :

- La machine de perçage doit être fixe et stable pour limiter les vibrations.
- Bridez fermement la pièce à travailler, en particulier au niveau de la zone à usiner.
- Nous vous recommandons d'utiliser des forets pour trous courts.
- Pour prolonger la durée de vie de l'outil de perçage, réduisez l'avance.
- L'arrosage d'huile de coupe doit être abondant.

TABLEAU 4. RAEX 400. PARAMÈTRES DE PERÇAGE RECOMMANDÉS.

	Diamètre du foret (mm)	Vitesse d'avance (mm/tour)	Vitesse d'avance (mm/minute)	Vitesse de coupe (m/minute)	Vitesse de rotation (tr/min)
Foret HSS non revêtu	5	0,10	60–80	9–12	600–800
	15	0,20	40–50	9–12	200–250
	25	0,25	30–40	9–12	110–150
Foret HSS-Co non revêtu	5	0,10	70–100	12–15	800–950
	15	0,20	50–70	12–15	250–320
	25	0,20	25–30	9–12	110–150

TABLEAU 5. RAEX 450. PARAMÈTRES DE PERÇAGE RECOMMANDÉS.

	Diamètre du foret (mm)	Vitesse d'avance (mm/tour)	Vitesse d'avance (mm/minute)	Vitesse de coupe (m/minute)	Vitesse de rotation (tr/min)
Foret HSS non revêtu	5	0,08	40–50	8–10	500–650
	15	0,20	35–45	8–10	170–210
	25	0,25	25–35	8–10	100–130
Foret HSS-Co non revêtu	5	0,10	60–75	8–10	600–750
	15	0,20	35–45	8–10	170–210
	25	0,20	15–20	6–8	75–100

TABLEAU 6. RAEX 500. PARAMÈTRES DE PERÇAGE RECOMMANDÉS.

	Diamètre du foret (mm)	Vitesse d'avance (mm/tour)	Vitesse d'avance (mm/minute)	Vitesse de coupe (m/minute)	Vitesse de rotation (tr/min)
Foret HSS non revêtu	5	0,10	25	4	250
	15	0,15	15	4	85
	25	0,15	8	4	50
Foret HSS-Co non revêtu	5	0,10	25–35	4–6	250–380
	15	0,15	15–20	4–6	80–130
Foret monobloc en carbure cimenté	16	0,15	120	40	800



TARAUDE MÉCANIQUE

Pour le filetage, nous vous recommandons d'utiliser des tarauds HSS-E (micro-alliés) ou HSS-Co (alliés au cobalt) avec quatre arêtes de coupe. Vous obtiendrez de meilleurs résultats en utilisant de l'huile ou de la pâte de coupe. Nous vous recommandons de fileter des trous 3 à 5 % plus larges que les valeurs standard indiquées. Sachez toutefois que cela peut diminuer la résistance mécanique du joint. L'utilisation d'un diamètre de trou plus large allonge considérablement la durée de vie des outils. Pendant le cycle de taraudage, évacuez les copeaux sans revenir en arrière ni modifier le sens de rotation. Pour fileter des trous peu profonds, utilisez des tarauds adaptés (voir le tableau 7).

TABLEAU 7.RAEX. TARAUDAGE MÉCANIQUE, TARAUD HSS-E.

	Vitesse de coupe (m/min)	Taille du taraud					
		M10 Vitesse de rotation (tours/min)	M16 Vitesse de rotation (tours/min)	M20 Vitesse de rotation (tours/min)	M24 Vitesse de rotation (tours/min)	M30 Vitesse de rotation (tours/min)	M42 Vitesse de rotation (tours/min)
Raex 400	3,6	115	80	63	53	42	30
Raex 500	1,6	50	40	32	25	21	15

SCIAGE

Lors du choix de la machine de sciage et de la lame, n'oubliez pas de prendre en compte la dureté et la haute limite d'élasticité des aciers. L'arrosage d'huile de coupe doit être abondant. Pour un sciage à la scie à ruban, vous obtiendrez de meilleurs résultats avec un pas à dents asymétrique (voir le tableau 8).

INSTRUCTIONS GÉNÉRALES POUR L'UTILISATION D'UNE SCIE À RUBAN :

- Assurez-vous que la lame est correctement soutenue et suffisamment tendue.
- Dans la zone où vous allez démarrer le sciage, éliminez les bavures et la couche durcie due à l'oxycoupage.
- Pour éviter la dispersion des copeaux, essayez de brider la pièce à travailler en position inclinée.

- Si vous n'êtes pas en mesure de réduire la longueur de coupe, utilisez un pas à dents plus large.
- La pression des dents doit être suffisamment élevée.
- Pour diminuer le bruit de la lame, réglez la vitesse de coupe.
- Commencez l'opération avec une avance pré réglée, puis ajustez jusqu'à ce que la lame soit suffisamment stable au contact de l'acier.
- Lors du réglage de l'avance, prenez en compte la dureté et la limite d'élasticité de la pièce à travailler.
- L'arrosage d'huile de coupe doit être abondant, pour que la lame reste lubrifiée pendant toute l'opération.
- Les dents sont parfois endommagées pendant la sortie, si la lame se coince, se bloque et tressaute.

TABLEAU 8. RAEX. PARAMÈTRES DE COUPE POUR LE SCIAGE.

	Vitesse de coupe m/min Longueur de coupe mm		
	100	200	300
Raex 400	60	50	40
Raex 500	40	35	30

FRAISAGE ET TOURNAGE

L'opération de fraisage la plus souvent pratiquée sur les aciers anti-abrasion est le fraisage d'ébauche. La machine à fraiser doit être fixe et robuste. Utilisez des outils en métal dur revêtu. En principe, vous pouvez utiliser les mêmes paramètres de coupe pour le tournage que pour le fraisage (voir le tableau 9).

INSTRUCTIONS GÉNÉRALES POUR LE FRAISAGE :

- L'arrosage d'huile de coupe doit être abondant.
- Faites particulièrement attention au démarrage du fraisage.
- Dans la zone à fraiser, éliminez les bavures et la couche durcie liée à l'oxycoupage.
- Lors du fraisage d'ébauche, faites une première coupe suffisamment profonde. Vous éviterez ainsi que l'outil coupant glisse sur la surface durcie et écaillée de la pièce.

TABLEAU 9. RAEX. PARAMÈTRES DE COUPE POUR LE FRAISAGE D'ÉBAUCHE.

Fraisage d'ébauche avec arrosage	Plaquette indexable P40		
	Vitesse de coupe (m/min)	Avance fz (mm/dent)	Profondeur de coupe (mm)
Raex 400	75 - 90	0,1 - 0,2	2 - 5
Raex 500	60 - 75	0,1 - 0,15	1 - 4

*Dans des conditions optimales, vous pouvez utiliser des paramètres de coupe jusqu'à 50 % supérieurs.
Pour le fraisage à sec, nous vous recommandons d'utiliser des valeurs 20 à 30 % inférieures.*

SÉCURITÉ AU TRAVAIL

Soyez extrêmement prudent lors du travail et de la manipulation des aciers à ultra haute limite d'élasticité. Si vous utilisez un rayon de pliage trop petit, par exemple, une fissure peut apparaître au point de pliage et la plaque risque d'être éjectée de l'outil de pliage dans le sens de la courbure. En tant qu'opérateur chargé du pliage des plaques, vous devez prendre toutes les précautions nécessaires pour vous protéger. Aucune autre personne n'est autorisée à entrer dans la zone de travail.

Par mesure de sécurité, restez à côté de la machine de pliage. Respectez scrupuleusement les instructions du fournisseur de l'acier et les consignes de sécurité de l'atelier. Tout nouvel opérateur doit recevoir une formation adéquate avant de mettre en œuvre les aciers à ultra haute limite d'élasticité.

CONTACT