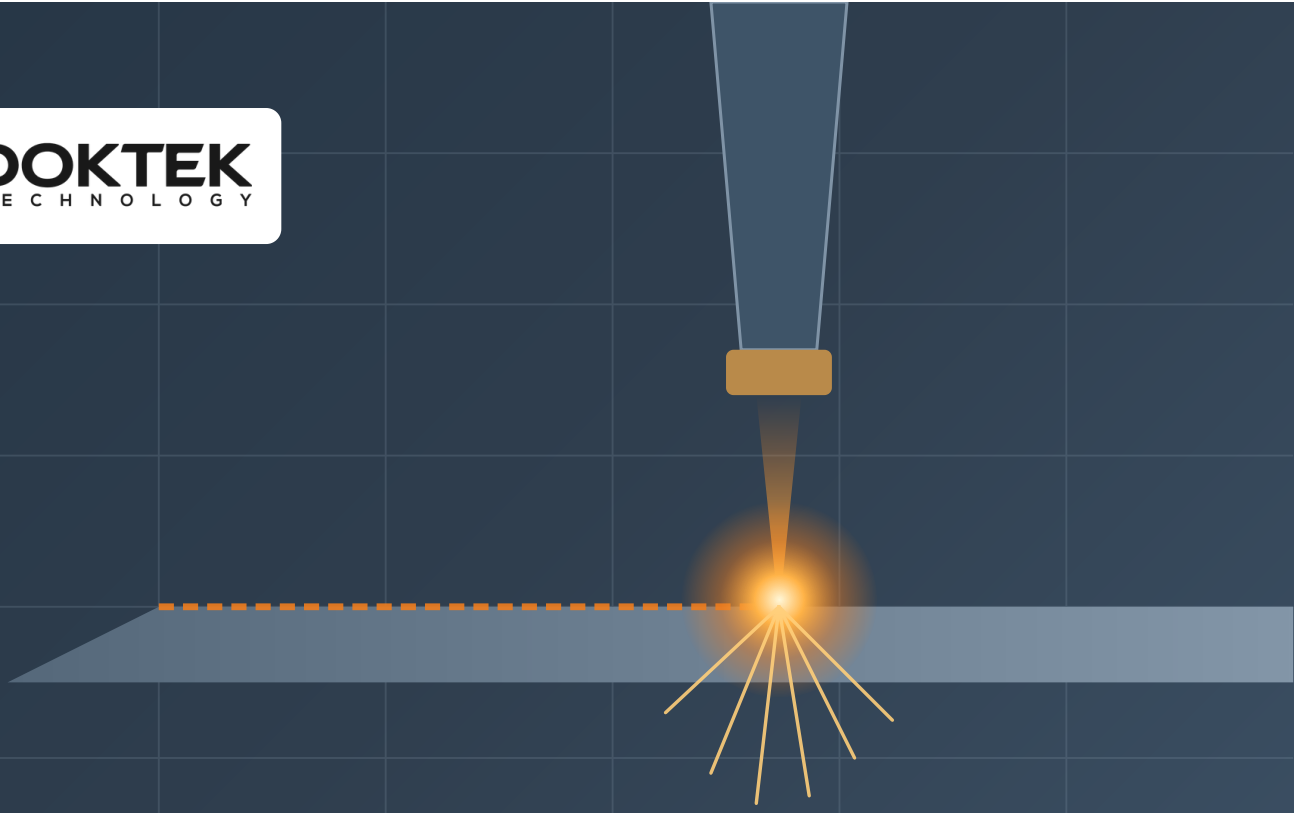


MANUEL DE L'OPÉRATEUR ET DE L'UTILISATEUR

Guide de découpe laser fibre

Choix du gaz, tableaux de puissance et de vitesse, réglage de la focalisation et de la buse, entretien, sécurité et conduite à tenir si la coupe ne traverse pas — de 1 kW à 30 kW.

1 – 30 kW · Raycus · Max · IPG · Reci

Acier doux · Inox · Acier galvanisé · Aluminium · Laiton · Cuivre · Français · FR

19 chapitres et annexes

6 matériaux

12 tableaux de puissance, 1 – 30 kW

Pas à pas diagnostic des pannes

DOKTEK Technology
Akçeşme Mah. 2017 Sok. No: 15/A, 20020 Merkezefendi / Denizli
Salih Akkaya: +90 542 525 11 59 · İbrahim Küçükoğul: +90 530 891 44 04
info@doktek.com · doktek.com

Version 1.0
Novembre 2026 · FR

Sommaire

Les numéros de page concernent le corps après la couverture.

00 Comment utiliser ce guide ? 3

0.1 À qui s'adresse ce guide et par où commencer ? 3
0.2 Symboles et encadrés 4
0.3 Responsabilité et version 4
0.4 D'où viennent les tableaux de paramètres ? 5

01 Sécurité 6

1.1 Laser de classe 4 et réflexions 6
1.2 Incendie, fumées et poussières 8
1.3 Gaz et air comprimé 9
1.4 Électricité, mouvements et consignation LOTO 10
1.5 Autorisation, EPI et contrôle quotidien de sécurité 11

02 Découvrez votre machine 13

2.1 Architecture du système 13
2.2 Rôle de chaque composant et contrôles opérateur 15
2.3 Structure interne de la tête de découpe 16
2.4 Têtes à focalisation manuelle et automatique 17
2.5 Refroidisseur : deux circuits, température et condensation 18
2.6 Table, palettes et équipements auxiliaires 19

03 Mise en marche, prise de référence, étalonnage et arrêt 20

3.1 Séquence de mise en marche sûre 20
3.2 Prise de référence : établir le repère machine 21
3.3 Étalonnage capacitif de hauteur 23
3.4 Mise en service initiale et centrage de la buse 24
3.5 Marche à blanc et contrôle du cadre 25
3.6 Arrêt, gel et reprise après arrêt prolongé 26

04 Du dessin à la coupe 28

4.1 Planifiez l'ensemble du travail 28
4.2 Préparation DXF / DWG 29
4.3 Importation, calques et paramètres 30
4.4 Amorces d'entrée et sorties 31
4.5 Compensation de saignée et micro-attaches 32
4.6 Ordre de coupe, placement de tôle et détection de bord 34
4.7 Simulation, démarrage et reprise 35
4.8 Récupération, contrôle de première pièce et enregistrement 36

05 Imbrication 38

5.1 Objectifs et termes de l'imbrication 38
5.2 Imbrication automatique et manuelle 38
5.3 Espacement, marge et orientation 39
5.4 Bord commun et pièce dans une ouverture 40
5.5 Ordre de coupe et bonne imbrication 40
5.6 Enregistrer et réutiliser une chute 41
5.7 Fractionnement du squelette et calcul du rendement 41
5.8 Logiciels d'imbrication et contrôle final 42

06 Techniques de coupe 44

6.1 Choisir les amorces et les sorties 44
6.2 Micro-attaches et ponts 44
6.3 Angles et courbe puissance–vitesse 45
6.4 Petits trous 45
6.5 Coupe à la volée 46
6.6 Saut de tête 47
6.7 Préperçage, points de refroidissement et ordre 48
6.8 Introduire une nouvelle technique 48
6.9 Brève note sur la coupe de tubes 48

07 Choix du gaz 50

7.1 Comment agissent oxygène, azote et air ? 50
7.2 Pureté et préparation de l'air comprimé 51
7.3 Choisir la source de gaz 52
7.4 Choix du gaz selon le matériau 53
7.5 Temporisation de gaz et balayage du circuit 54
7.6 Évaluer le coût du gaz 55
7.7 Contrôle de début de poste 55

08 Choix de la puissance 56

8.1 Relation entre puissance, épaisseur et vitesse 56
8.2 Lire le résumé des épaisseurs maximales 56
8.3 Tôle mince : puissance et dynamique machine 57
8.4 Acier doux épais sous O_2 et structure du faisceau 57
8.5 Liste de contrôle pour choisir la puissance 58
8.6 Travailler avec 12–30 kW 58

09 Tableaux de paramètres de coupe 61

9.0 Comment lire les tableaux ? 61
9.1 1 kW (1000 W) 63
9.2 1,5 kW (1500 W) 65
9.3 2 kW (2000 W) 67
9.4 3 kW (3000 W) 69
9.5 4 kW (4000 W) 71
9.6 6 kW (6000 W) 73
9.7 8 kW (8000 W) ★ 76
9.8 10 kW (10000 W) ★ 79
9.9 12 kW (12000 W) 82
9.10 15 kW (15000 W) 85
9.11 20 kW (20000 W) ★ 88
9.12 30 kW (30000 W) 91

10 Notes par matériau 93
10.1 Acier doux : S235 et S355 93
10.2 Inox : 304, 316 et film protecteur 93
10.3 Acier galvanisé : tenir compte du zinc 94
10.4 Aluminium : oxyde de surface et bavures 95
10.5 Laiton et cuivre : retours de faisceau 95
10.6 Tôles revêtues et peintes 96

11 Focalisation, buse et hauteur 98
11.1 Signe de focalisation : + / 0 / – 98
11.2 Effectuer l'essai de focalisation 98
11.3 Focalisation automatique et distance focale 99
11.4 Type et diamètre de buse 100
11.5 Centrage par essai au ruban 100
11.6 Hauteur de buse et capteur capacitif 101
11.7 Distinguer les écarts et les consigner 102

12 Perçage 103
12.1 Choisir la méthode de perçage 103
12.2 Hauteur, durée, fréquence et rapport cyclique 104
12.3 Projections et préperçage en tôle épaisse 105
12.4 Transition du perçage à la coupe 105
12.5 Tableau des problèmes de perçage 106
12.6 Enregistrer la recette de perçage 106

13 Qualité de coupe et diagnostic des défauts 107
13.1 Liste de contrôle qualité 107
13.2 Bavures et défauts de chant — tableau de diagnostic 109
13.3 Un seul paramètre et taille des pas 111
13.4 Exemples photographiques de défauts 112

14 Sources laser 114
14.1 Rôle de la source laser 114
14.2 Puissance, diamètre de cœur et qualité du faisceau 114
14.3 Raycus, Maxphotonics (Max), IPG et Reci 116
14.4 Architecture mono et multimodule 116
14.5 Transférer les paramètres à une autre source 117
14.6 Environnement et entretien de la source 117
14.7 Mesure de puissance et suivi 118
14.8 Dossier source pour garantie et service 118

15 Guides logiciels 119
15.1 Déroulement commun et terminologie 119
15.2 CypCut 121
15.3 CypOne 123
15.4 CypNest et HypCut 124
15.5 Série Raytools XC3000 125
15.6 Ermaksan Fibermak 126
15.7 Durma HD-FL — Siemens 127
15.8 Autres logiciels et transfert FAO vers machine 128

16 Entretien 130
16.1 Plan d'entretien et responsables 130
16.2 Remplacer la buse 131
16.3 Remplacer la bague céramique 131
16.4 Contrôle, nettoyage et remplacement de la vitre 132
16.5 Lentilles de focalisation/collimation et validation après entretien 133
16.6 Entretien du refroidisseur 134
16.7 Entretien des circuits gaz et air 135
16.8 Entretien mécanique : rails, crémaillères, courroies et table 136
16.9 Aspiration et armoire électrique 137

17 Dépannage 139
17.0 Index des symptômes 139
17.1 Ne coupe pas / ne traverse pas 140
17.2 Ne perce pas 141
17.3 Collision de tête / alerte capteur de hauteur 141
17.4 Vitre rapidement sale / brûlée 142
17.5 Pièce qui se soulève / bascule 143
17.6 Erreur de cote / décalage de forme 143
17.7 Alarmes de la source laser 144
17.8 Alarmes du refroidisseur 145
17.9 Alarmes de pression gaz 145

90 Annexes 147
Annexe A — Fiche rapide au poste 147
Annexe B — Contrôle quotidien : semaine de 7 jours 148
Annexe C — Fiche de modification des paramètres 150
Annexe D — Glossaire français–anglais 151
Annexe E — Informations pour le service 154
Annexe F — Bibliographie 154

00

Comment utiliser ce guide ?

Utilisez ce guide devant la machine pour la préparer en sécurité, passer du dessin à la pièce et réaliser l'essai adapté.

0.1 À qui s'adresse ce guide et par où commencer ?

Ce guide s'adresse aux clients ayant acheté une machine de découpe laser fibre DOKTEK et aux opérateurs formés. Le responsable d'atelier, l'équipe d'entretien et le contrôleur qualité peuvent utiliser les mêmes repères de contrôle. Pour votre première utilisation, ne commencez pas la coupe en consultant uniquement le tableau des paramètres. Lisez d'abord les consignes de sécurité, la description des composants et la séquence de mise en marche.

Votre besoin	Parcours de lecture	Résultat attendu
Formation initiale / nouvel opérateur	01 → 02 → 03 → 04 ; puis pratique sous surveillance	Apprenez l'arrêt d'urgence, les limites de la zone de travail et le démarrage en sécurité.
Nouveau matériau / nouvelle épaisseur	07 → 08 → 09 → 10 → 11 → 12	Validez le gaz, la recette et la méthode de perçage.
Qualité des pièces dégradée	13 ; puis 11, 12 et 17	Passez du défaut observé à un essai contrôlé.
Début / fin de poste	Fiches de contrôle des chapitres 03, 16 et 90	Préparez la machine dans le même ordre et consignez son état.
Le logiciel se présente différemment	15 et le manuel du logiciel de votre machine	Retrouvez la même fonction dans votre version.

Le grand numéro en tête de chapitre indique le thème principal. Le sommaire répertorie les chapitres et leurs sections. La pagination commence à 1 après la couverture. Un lien conduit à la section concernée ; sur papier, retrouvez son numéro dans le sommaire.

> **i Lisez ensemble les trois éléments**
>
> **L'explication** décrit le rôle du composant. **La procédure** donne l'ordre des opérations. **L'encadré Attention** indique dans quelles conditions vous devez arrêter l'opération. Le paragraphe « Pourquoi ? » explique le défaut évité par le contrôle.

Avant d'utiliser une valeur du tableau, identifiez la puissance de la source laser, le cœur de la fibre, le modèle de tête et le rapport optique de votre machine. Ne devinez pas les caractéristiques d'un composant dont l'étiquette est illisible. Utilisez le dossier de mise en service ou les informations du service technique DOKTEK.

Les zones en pointillés de ce guide réservent la place de photos ou de captures d'écran à ajouter depuis une machine DOKTEK. Les schémas SVG expliquent le fonctionnement ; ce ne sont pas des plans de fabrication cotés du produit réel. La disposition des écrans et les noms des menus peuvent varier selon la version.

0.2 Symboles et encadrés

Symbole	Signification	Conduite à tenir
★	Valeur calculée ou interpolée par DOKTEK	Ne la considérez pas comme une mesure du fabricant ; validez-la par un essai de coupe.
◆	Valeur d'essai du fabricant	Ne l'utilisez pas comme recette de production en série.
◯ S	Buse simple couche	Vérifiez à la fois le diamètre et la compatibilité avec la tête.
◎ D	Buse double couche	Ne la considérez pas comme équivalente à une S, même à diamètre identique.
+ / – / 0	Focalisation : au-dessus de la surface / dans le matériau / sur la surface supérieure	Comparez le sens des signes du logiciel avec la définition du fabricant.
O_2	Orange : oxygène	Ne contaminez pas le circuit d'oxygène avec de l'huile ou de la graisse.
N_2	Bleu : azote	N'oubliez pas le risque d'asphyxie en espace fermé.
Air	Gris : air comprimé	Vérifiez que l'alimentation est sèche, déshuilée et filtrée.

Les couleurs des gaz facilitent la lecture du guide ; elles ne désignent ni la couleur des bouteilles, ni une norme de tuyauterie, ni un code de raccordement des flexibles. Identifiez le gaz sur place à l'aide de son étiquette et du repérage de l'installation. La couleur seule ne suffit pas.

Attention

Signale une situation pouvant provoquer une blessure, un incendie ou des dégâts sur la machine. Éliminez d'abord le danger.

Conseil

Vous aide à effectuer correctement le travail de façon plus régulière. Ne remplace pas un contrôle de sécurité.

Information

Explique une différence de matériel, de terminologie ou de pratique. Indique le manuel à consulter lorsque plusieurs méthodes sont valables.

0.3 Responsabilité et version

Les valeurs sont indicatives ; le tableau du fabricant de votre machine et les recommandations du service technique DOKTEK prévalent. Le résultat peut varier avec le lot de matériau, la qualité du gaz, l'état des optiques, le logiciel et les réglages mécaniques. Le tableau des paramètres ne remplace ni la formation à la sécurité, ni l'évaluation des risques de l'entreprise, ni les instructions d'entretien autorisé.

Version 1.0 · Français · Novembre 2026. Sur l'exemplaire utilisé pour chaque machine, consignez son numéro de série, son système de commande et le responsable local des recettes. Conservez les réglages validés avec la date et les informations du matériau ; n'écrasez pas la recette principale par une modification non contrôlée.

0.4 D’où viennent les tableaux de paramètres ?

Distinguez deux approches. Dans le modèle de bibliothèque constructeur fermée, TRUMPF fournit des tables technologiques laser (LTT) éprouvées sur machine et une optimisation guidée. Le tableau de l’aide Amada AP100 contient des références en lecture seule ; sa modification exige un accès particulier. La source ne précise pas si l’utilisateur peut écraser les tables TRUMPF. Dans le modèle ouvert, CypCut permet de modifier les paramètres des couches et de les enregistrer dans une bibliothèque de matériaux ; Raytools XC3000 propose l’import/export dans une arborescence matériau → épaisseur.

Lisez ensemble les hypothèses de chaque tableau : éditeur et date du document, modèle/puissance de la source laser, diamètre du cœur de fibre, modèle de tête et distances focales des optiques de collimation et de focalisation. Le matériau, la pureté/pression du gaz et la buse appartiennent au même ensemble de conditions. Ne présumez pas une équivalence si des informations manquent ; vérifiez auprès du fabricant. Une puissance identique ne signifie pas une optique identique.

Raycus indique les cœurs de sortie standard ci-dessous. Ils ne décrivent ni tous les modèles Raycus ni le matériel de chaque tableau de ce guide ; consultez la documentation du modèle installé.

Puissance	Diamètre du cœur dans la note Raycus
≤1 kW	25 µm
1,5 / 2 / 3 kW	50 µm
4–20 kW	100 µm
30 kW	200 µm ; option 150 µm

Conservez la réserve « à titre de référence uniquement » des fabricants. Bodor demande d’adapter les valeurs aux résultats réels ; CypCut précise que les paramètres peuvent varier selon la source laser et la configuration de gaz. Un tableau ne garantit pas la production en série sur votre machine.

Enregistrez les recettes essayées sur votre machine dans votre propre bibliothèque de matériaux, sous des entrées distinctes. Conservez matériau/épaisseur, gaz, tête/optique et buse avec les résultats. Préservez le tableau de départ ; vérifiez les conditions avant de réutiliser un réglage réussi. Les noms de menus peuvent varier selon la version.

TRUMPF LTT · Amada AP100 · CypCut V6.5 · Raytools XC3000 · Raycus · Bodor

01

Sécurité

Maîtrisez ensemble les risques liés au laser, aux mouvements, à l'électricité, aux gaz et au métal chaud. Ne lancez pas la production si les protections ne fonctionnent pas.

1.1 Laser de classe 4 et réflexions

La source de découpe présente un danger laser de classe 4. Le rayonnement proche infrarouge des systèmes industriels de découpe fibre, vers 1064–1080 nm, est invisible. Le pointeur rouge visible n'est pas le faisceau de découpe. L'absence de lumière visible ne signifie pas l'absence de faisceau. Le faisceau direct, les réflexions spéculaires et les diffusions dangereuses peuvent gravement léser les yeux ou la peau.

Selon IEC 60825-1, une machine validée à enceinte fermée et interverrouillée peut être de classe 1 en utilisation normale ; la source laser intérieure reste de classe 4. L'ouverture de l'enceinte ou une intervention technique modifie les conditions d'accès. Ne contrôlez pas le faisceau en regardant la zone de coupe, la buse ou une surface réfléchissante.

Distinguez enceinte et rideau

ISO 11553-1:2020 traite de la sécurité du rayonnement laser des machines de traitement laser ; cette série a remplacé EN 12626. Prenez IEC 60825-4:2022 comme référence pour l'enceinte de protection entourant la zone de traitement. Le domaine des rideaux EN 12254 se limite à une puissance moyenne maximale de 100 W ou 30 J par impulsion ; ne les utilisez pas comme protection principale d'une machine de découpe de classe kW. ISO 11553-1:2020 ne couvre pas les autres dangers tels que fumées et incendie ; traitez-les séparément dans l'évaluation des risques de l'établissement.

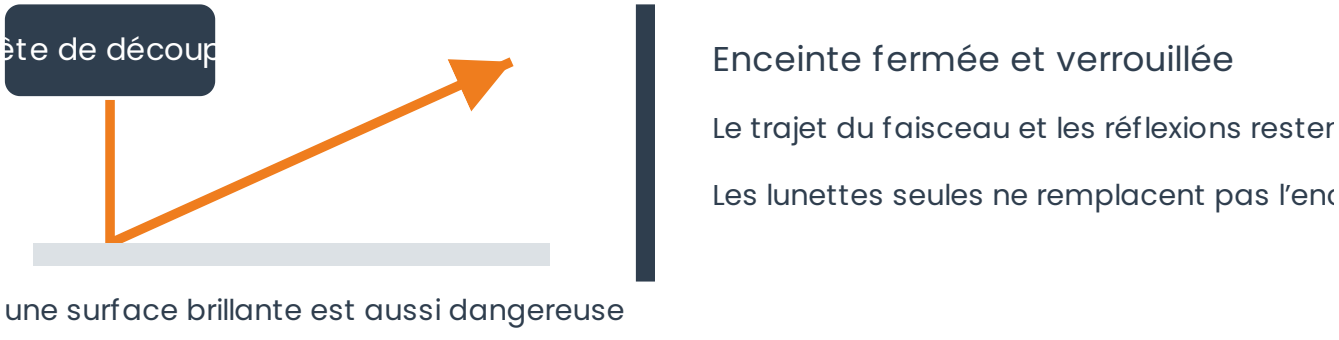


Schéma de principe. La direction et l'intensité réelles des réflexions peuvent varier pendant la coupe.

Protection des yeux et de la peau

La densité optique (OD) seule ne suffit pas. Portez des lunettes laser marquées EN 207:2017. Le marquage indique la longueur d'onde, le mode de fonctionnement et le niveau de protection LB ; D 1064 nm LB6 est un exemple de marquage de produit en mode continu (D), pas une recommandation de choix pour toute machine. Faites confirmer par le responsable de sécurité laser le niveau LB adapté à la longueur d'onde réelle, au mode et à l'évaluation de l'exposition. Ne considérez pas des lunettes teintées ordinaires, un masque de soudage ou des lunettes de soleil comme équivalents. Vérifiez rayures, fissures, salissures et ajustement.

Ne remplacez pas la vitre d'observation par du verre ou du plastique ordinaire. La protection à la longueur d'onde adaptée, l'intégrité du cadre et celle des joints sont toutes nécessaires. Signalez toute vitre endommagée, obscurcie ou au marquage illisible. Une intervention avec faisceau accessible se fait uniquement dans la zone définie par l'équipe autorisée.

Portes et verrouillages

Ne neutralisez pas les portes, trappes d'entretien, protections de la zone des palettes ou verrouillages de sécurité. Ne trompez pas un verrouillage avec une clé, un aimant, du ruban adhésif ou une modification logicielle. En cas de défaut de verrouillage, arrêtez la machine et prévenez le service technique autorisé.

Pourquoi ? L'œil humain ne peut pas réagir à temps pour éviter un faisceau invisible. Les protections techniques priment sur les équipements de protection individuelle.

1.2 Incendie, fumées et poussières

Traitez les émissions de substances dangereuses des fumées dans l'évaluation des risques avec EN 1093 et ISO 14123-1/-2, et les essais d'efficacité de séparation des équipements d'aspiration avec ISO 21904-2:2020 ; consultez les références de l'annexe F.

Le laser produit du métal chaud, des étincelles et des scories. Éloignez de la zone de coupe les tôles huileuses, revêtements inconnus, cartons, emballages et chiffons. Contrôlez le dessous de la table et le bac à scories selon le plan du poste. Un mélange de fines particules métalliques, d'huile et de poussières peut rester chaud longtemps et couver après la fin du travail.

Ne ramassez pas les poussières d'aluminium ou d'autres métaux combustibles avec un aspirateur d'atelier ordinaire. L'aspiration et la filtration doivent convenir aux risques d'incendie et d'explosion du matériau découpé. Lors d'un changement de matériau, suivez les instructions du fabricant du filtre sur les mélanges de poussières métalliques et la gestion des étincelles. Utilisez un dépoussiérage humide uniquement avec une conception adaptée et selon les instructions du fabricant.

Source	Risque	Contrôle
Huile, revêtement, film protecteur	Flammes, fumées denses, produits de décomposition inconnus	Vérifiez les informations de sécurité du matériau et la compatibilité laser du film.
Acier galvanisé / zinc	Fumées d'oxyde de zinc ; fièvre des métaux	Utilisez une aspiration filtrée à la source ; n'inhalez pas les fumées.
Inox	Formation possible de composés métalliques dangereux, dont le chrome VI	Prévoyez une aspiration, une filtration et une évaluation de l'exposition adaptées.
Cuivre et alliages	Fumées métalliques et éléments d'alliage	Connaissez la composition du matériau ; ne vous fiez pas à la seule ventilation générale.
Scories chaudes et filtre	Incendie différé	Évitez les accumulations ; suivez la procédure de refroidissement et de gestion des déchets.

Premiers gestes en cas d'incendie

Objectif : Protégez les personnes et empêchez la propagation. **Éléments nécessaires :** Plan incendie de l'entreprise, issue dégagée et extincteur adapté.

1. Arrêtez la coupe et appuyez sur l'arrêt d'urgence en cas de danger. Avertissez les personnes présentes.
2. Si vous pouvez le faire sans danger, coupez le gaz et les énergies au point sûr prévu par le plan de l'entreprise ; n'entrez pas dans la zone dangereuse.
3. Déclenchez l'alarme incendie. Évacuez si vous n'êtes pas formé ou si l'issue n'est pas sûre.
4. Seule une personne formée doit intervenir sur un début d'incendie avec un extincteur adapté.

> **Choisissez la classe d'extincteur selon le matériau**
>
> Un feu de métal combustible nécessite un agent de classe D adapté ; chaque agent D ne convient pas à tous les métaux. Les exigences diffèrent pour les huiles/liquides inflammables, les solides et les équipements électriques. Prévoyez des appareils identifiés selon l'évaluation des risques de l'entreprise. N'appliquez pas au hasard de l'eau ou un extincteur polyvalent sur un feu de métal.

Pourquoi ? Ouvrir la porte peut accroître l'apport d'oxygène et diffuser les fumées dans l'atelier. Découper avec une aspiration défectueuse expose les travailleurs aux fumées de l'enceinte.

En cas d'irritation de la gorge, de mal de tête, de symptômes fébriles ou d'exposition importante aux fumées, arrêtez le travail, gagnez une zone d'air sain et appliquez la procédure d'urgence médicale de l'entreprise. Ne banalisez pas les symptômes en pensant que vous vous y habituerez.

1.3 Gaz et air comprimé

O_2 n'est pas combustible, mais intensifie la combustion. L'huile, la graisse et les matériaux incompatibles au contact de l'oxygène créent un risque d'inflammation et d'incendie ou d'explosion violents. Ne contaminez pas le détendeur, la vanne, les raccords d'oxygène ou vos gants avec de l'huile. Il est interdit de lubrifier le circuit d'oxygène ou de nettoyer une pièce avec de l'oxygène.

N_2 est inodore ; une fuite peut appauvrir l'air en oxygène dans un espace fermé ou en contrebas. Ne comptez pas sur votre respiration pour la détecter. Prévoyez une ventilation et, si nécessaire, une surveillance de l'oxygène dans les zones de stockage ou d'alimentation en azote, selon l'évaluation de l'entreprise. N'entrez pas sans protection dans une zone suspecte pour secourir un collègue ; appelez les secours.

Point de contrôle	Pratique
Bouteille	Maintenez-la verticale avec une fixation adaptée. Utilisez un chariot approprié et une protection du robinet pour le transport. Ne la faites pas rouler et ne la soulevez pas par le détendeur.
Détendeur	Utilisez un détendeur entretenu, adapté au gaz et à la pression d'alimentation. Ne forcez pas un raccord incompatible avec un adaptateur.
Flexible / tuyauterie	Recherchez coupures, brûlures, gonflements, frottements et raccords desserrés. Ne serrez pas un écrou sous pression.
Contrôle d'étanchéité	Utilisez un produit détecteur compatible avec le gaz ou une méthode approuvée. Ne cherchez pas une fuite à la flamme ou à la main.
Vanne	Ouvrez lentement selon la séquence du fabricant ; ne restez pas face au détendeur. Ne forcez pas une vanne bloquée.
Air	Contrôlez ensemble le compresseur, le sécheur et les filtres. Ne dépassez pas la pression admissible du circuit de gaz ou d'air.

Intervention sur le circuit de gaz

Objectif : Ouvrez le raccord après dissipation de l'énergie. **Éléments nécessaires :** Autorisation, équipement adapté au gaz et plan d'isolement du gaz de l'entreprise.

1. Arrêtez la coupe. Désactivez l'émission laser et stationnez la tête en sécurité.
2. Fermez la vanne d'alimentation concernée ; empêchez toute ouverture non autorisée.
3. Dépressurisez le circuit en sécurité au point de purge prévu. Vérifiez le zéro au manomètre et l'absence de remise en pression.
4. Installez l'équipement adapté. Après l'intervention, rétablissez le gaz de façon contrôlée et effectuez le contrôle d'étanchéité approuvé.

Ne nettoyez pas au gaz comprimé

Ne dirigez pas d'air ou de gaz vers votre corps, vos vêtements ou une autre personne. L'air comprimé projette des particules, peut léser la peau et remet les poussières en suspension. Évacuez la pression résiduelle avant d'ouvrir le circuit.

Pourquoi ? Fermer la vanne ne dissipe pas l'énergie stockée dans le flexible. Un matériau incompatible avec l'oxygène peut transformer une petite fuite en accident grave.

1.4 Électricité, mouvements et consignation LOTO

Seul le personnel autorisé ouvre l'armoire électrique, la source laser, les servovariateurs et le compresseur. Même avec le sectionneur principal coupé, les condensateurs peuvent conserver de l'énergie. La vérification d'absence de tension par une mesure adaptée et le respect du temps de décharge du fabricant relèvent du personnel habilité en électricité. L'opérateur ne shunte pas les fusibles et ne recherche pas de panne dans l'armoire.

La mise à la terre de protection est indispensable à la sécurité de la machine. Le contact entre la tôle et la table influe sur la mesure capacitive ; il ne remplace pas la terre de protection de l'installation électrique. Arrêtez la machine et prévenez le responsable en cas de connexion de terre desserrée, de câble endommagé, d'odeur de brûlé ou de sensation de décharge électrique.

Le portique, l'axe Z, le changeur de palettes et les mécanismes hydrauliques/pneumatiques présentent des points d'écrasement et de coincement. Ne passez pas les membres au-delà des protections. Personne ne doit se tenir sous une palette. Utilisez un équipement de levage adapté aux tôles lourdes et aux squelettes ; n'utilisez pas la table de coupe pour transporter des personnes.

Verrouillage et étiquetage : LOTO

Objectif : Empêchez tout démarrage inattendu et toute libération d'énergie stockée pendant l'entretien.
Éléments nécessaires : Plan d'isolement des énergies propre à l'entreprise, personnel d'entretien autorisé, cadenas/étiquette personnels et moyens de vérification.

1. Définissez l'intervention. Identifiez les énergies laser, électrique, gazeuse, pneumatique/hydraulique, gravitationnelle et thermique ; informez les personnes concernées.
2. Arrêtez la machine selon la séquence normale. Isolez les énergies concernées à leurs points de séparation réels.
3. Posez vos cadenas et étiquettes personnels. Pour un entretien en équipe, appliquez la méthode LOTO collective de l'entreprise.
4. Dépressurisez ; immobilisez les éléments mobiles ou susceptibles de tomber avec des appuis mécaniques sûrs. Attendez le refroidissement des pièces chaudes.
5. Vérifiez l'absence d'énergie selon la méthode autorisée. Si un essai contrôlé de démarrage est prévu, assurez-vous que les abords sont sûrs ; remettez ensuite la commande sur arrêt.
6. Terminez l'entretien. Retirez outils et appuis dans l'ordre prévu, remontez les protections et éloignez les personnes.
7. Retirez les cadenas uniquement selon les autorisations et la procédure définies. Rétablissez les énergies de façon contrôlée et vérifiez les protections.

> **! L'arrêt d'urgence n'isole pas les énergies**
>
> L'arrêt d'urgence sert à arrêter un mouvement ou une opération dangereuse ; il ne remplace ni le sectionneur principal ni un cadenas personnel. L'indication « faisceau coupé » dans le logiciel ne suffit pas non plus pour l'entretien. Ne retirez pas arbitrairement le cadenas d'une autre personne.

Pourquoi ? Un acquittement d'alarme, une commande distante ou un cycle automatique peut déclencher un mouvement inattendu. Vérifier l'absence d'énergie exige plus qu'un appui sur un bouton.

1.5 Autorisation, EPI et contrôle quotidien de sécurité

Seul un opérateur formé et autorisé utilise la machine. La formation doit couvrir la coupe normale, le changement de gaz, la réaction aux alarmes, l'arrêt d'urgence, le plan incendie et les interventions techniques interdites. Le nouvel opérateur pratique d'abord sous surveillance. Maintenez les visiteurs dans la zone sûre balisée.

EPI	Choix / utilisation	Limite
Protection oculaire	Lunettes antichocs adaptées à la récupération des pièces et à l'ébavurage ; pour les tâches autorisées avec accès au laser, lunettes marquées EN 207 adaptées à la longueur d'onde, au mode et au niveau LB ; l'OD seule ne suffit pas	Ces protections ne sont pas interchangeables ; ne produisez pas avec l'enceinte ouverte.
Gants anticoupure	Classe adaptée à la manutention des tôles et squelettes ; protection thermique supplémentaire pour les pièces chaudes	Ils n'autorisent pas à approcher les mécanismes en mouvement.
Chaussures de sécurité	Protection des orteils et de la semelle ; adhérence adaptée au sol	Elles ne remplacent pas le levage sûr des tôles lourdes.
Vêtements de travail	Tenue couvrante adaptée ; pas de manches amples, de bijoux ou d'éléments pendants	Suivez l'évaluation des risques concernant les étincelles et le métal chaud.
Protection auditive	Selon le bruit mesuré et le plan de l'entreprise	L'organisation du travail doit permettre d'entendre les avertissements.
Protection respiratoire	Selon l'évaluation de l'exposition, avec filtre/masque adapté, essai d'ajustement et formation	Ne poursuivez pas la coupe pour compenser une aspiration défectueuse.

Contrôle quotidien de sécurité

Objectif : Commencez le poste avec des protections opérationnelles. **Éléments nécessaires :** Fiche de poste, autorisation et méthode d'essai de sécurité du fabricant.

1. Dégagez les issues, l'accès aux extincteurs et les limites de la zone de travail. Recherchez sous la table des dépôts combustibles et des scories encore chaudes.
2. Examinez portes, vitre d'observation, verrouillages et zone des palettes. Effectuez l'essai fonctionnel uniquement selon la méthode du fabricant, sans émission laser et dans des conditions sûres.
3. Vérifiez l'accès aux arrêts d'urgence. Suivez le plan du fabricant pour les essais et la remise en service ; ne testez pas les protections en découpant.
4. Contrôlez aspiration/filtres, refroidisseur, circuits de gaz et d'air. Consignez les fuites, alarmes et raccords cassés.
5. Vérifiez que personne ne se trouve autour de la machine, qu'aucun cadenas d'entretien n'est posé et qu'aucune intervention du poste précédent ne reste en cours.
6. Signez le contrôle. Signalez le défaut au responsable ; ne commencez pas la coupe avant la résolution de toute non-conformité dangereuse.

Après un arrêt d'urgence

Vérifiez d'abord les personnes et la cause du danger. Déverrouiller et réarmer l'arrêt d'urgence n'autorise pas le redémarrage. Examinez la position tête/tôle, la référence des axes, la palette et le programme restant ; effectuez les prises de référence et étalonnages nécessaires.

Pourquoi ? Un contrôle signé n'a de sens que s'il a été réellement effectué. Acquitter systématiquement un défaut de sécurité répété masque le danger.

Appliquez ces mesures avec les consignes de sécurité de la machine, l'évaluation des risques de l'entreprise, les informations du fournisseur de gaz et les procédures du service technique autorisé.

Réglementation et conformité

Le règlement machines (UE) 2023/1230 s'applique aux machines mises sur le marché de l'UE à compter du 20 janvier 2027. En Türkiye, le règlement sur la sécurité des machines a été publié au Journal officiel du 16 octobre 2026, n° 33402 ; la plupart de ses dispositions entrent en vigueur le 20 janvier 2027. Confirmez les exigences applicables avec le fabricant/l'organisme compétent selon la date de mise sur le marché et l'historique des modifications de votre machine.

Selon le règlement turc, les instructions numériques doivent être imprimables ou téléchargeables et rester en ligne au moins 10 ans. Une version papier abrégée doit être fournie gratuitement dans un délai d'un mois à la demande de l'utilisateur. Une augmentation de puissance ou une modification des protections peut constituer une modification substantielle. Cet encadré ne constitue pas une décision juridique de conformité ; faites confirmer la fourniture des instructions et l'évaluation de conformité après modification par le fabricant/l'organisme compétent.

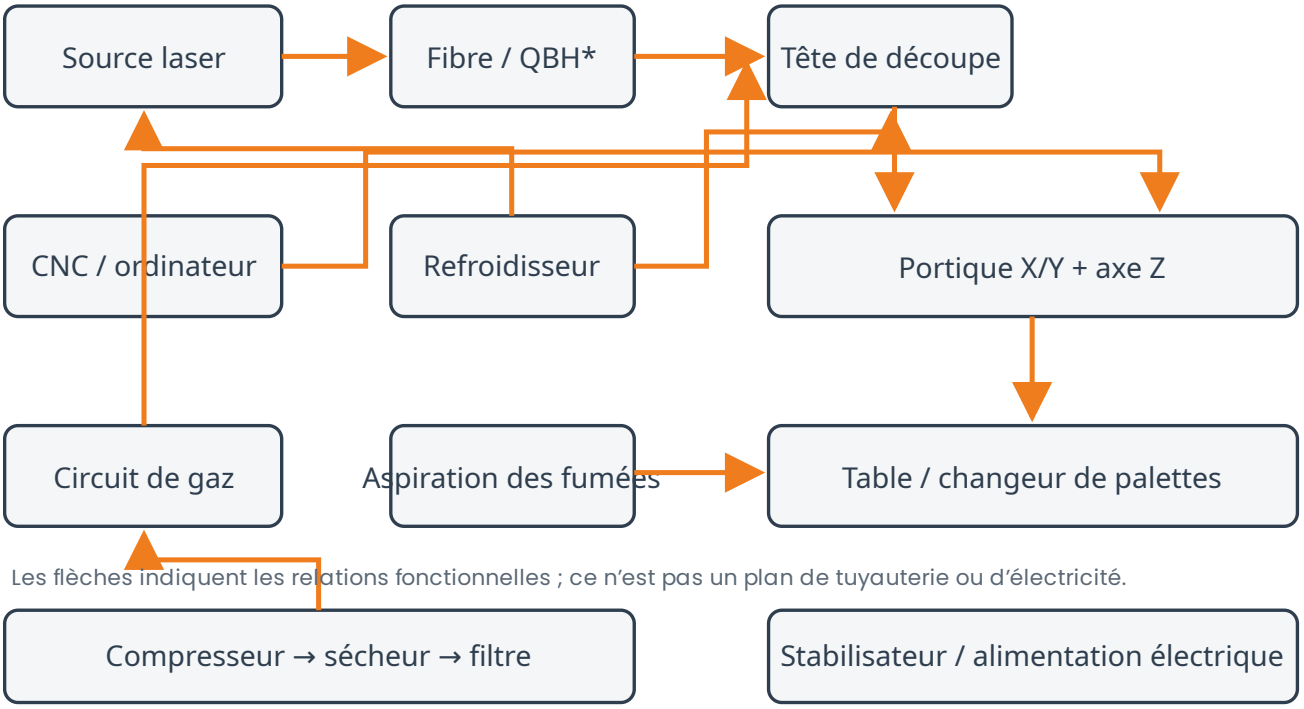
02

Découvrez votre machine

La coupe ne dépend pas d'un seul appareil. Faisceau, mouvements, refroidissement, gaz et aspiration doivent fonctionner correctement ensemble.

2.1 Architecture du système

La source laser produit la lumière ; la fibre de transmission l'achemine à la tête de découpe. La tête focalise le faisceau et dirige le gaz d'assistance vers la zone de coupe. Les axes X/Y du portique suivent le tracé. L'axe Z règle la distance entre la buse et la tôle. Le système de commande synchronise les mouvements, le faisceau, le gaz et le perçage.



Les flèches indiquent les relations fonctionnelles ; ce n'est pas un plan de tuyauterie ou d'électricité.

*QBH est un type courant de raccordement de fibre ; le connecteur réel peut différer. L'opérateur n'intervient pas sur le connecteur.

Les blocs successifs du schéma ne sont pas tous physiquement alignés. Le refroidisseur refroidit la source et la tête ; le circuit de gaz alimente la tête ; l'aspiration extrait les fumées sous la table. Le stabilisateur, s'il existe, régule l'alimentation électrique. Le compresseur peut aussi alimenter les fonctions pneumatiques de la machine, en plus de la coupe à l'air ; consultez le schéma du fabricant.

Préparez la fiche d'identité de la machine

Consignez le modèle et le numéro de série de la machine, la marque et la puissance de la source laser, le modèle de tête, la version de commande, le modèle de refroidisseur et le type d'alimentation en gaz. Des machines d'apparence identique peuvent avoir des sources ou des têtes différentes.



Vue générale de la machine DOKTEK, de la tête de coupe et du poste de commande.

2.2 Rôle de chaque composant et contrôles opérateur

Composant	Rôle	Que contrôle l'opérateur ?
Source laser	Produit le faisceau de découpe ; gère l'autorisation d'émission et les alarmes.	État prêt, alarmes et conditions de refroidissement ; ne pas ouvrir le boîtier.
Fibre de transmission / QBH	Transmet le faisceau à la tête.	Écrasement, courbure excessive et traction visibles ; ne pas débrancher.
Tête de découpe	Assure la collimation/focalisation, la protection optique et le débit de gaz.	Alarmes, focalisation, état de la vitre et de la buse, étanchéité au gaz.
Portique X/Y	Suit le contour dans le plan horizontal.	Trajet dégagé, bruits inhabituels, alarmes de mouvement.
Axe Z / capteur capacitif	Surveille la hauteur de buse et suit la tôle.	Étalonnage, céramique/buse, contact de la tôle et traces de collision.
Table / lames de support	Porte la tôle ; laisse passer le faisceau et le métal fondu vers le bas.	Accumulation de scories, lames déformées, risque de basculement des petites pièces.
Changeur de palettes	Échange la table de chargement et la table de coupe.	Verrouillage, position, zone dégagée et répartition de la charge.
CNC / ordinateur	Convertit le dessin en commandes de mouvement et de procédé.	Fichier, dimensions, calques, origine, paramètres et alarmes corrects.
Refroidisseur	Maintient la source et la tête dans la plage thermique adaptée.	Niveau, température, débit/alarmes et fuites ; fluide adapté.
Circuit de gaz	Fournit le gaz d'assistance à la pression et au débit adaptés.	Type de gaz, réserve, fuites, pression dynamique.
Aspiration des fumées / filtre	Capte les fumées de coupe à la source.	Aspiration, filtre/alarmes, gestion des étincelles et poussières.
Compresseur / sécheur / filtre	Fournit l'air à la pression et à la qualité requises.	Évacuation des condensats, état du sécheur et des filtres.
Stabilisateur / alimentation	Adapte l'alimentation électrique aux exigences de la machine.	Alarmes et état de l'alimentation ; mesures et réparations réservées au personnel autorisé.

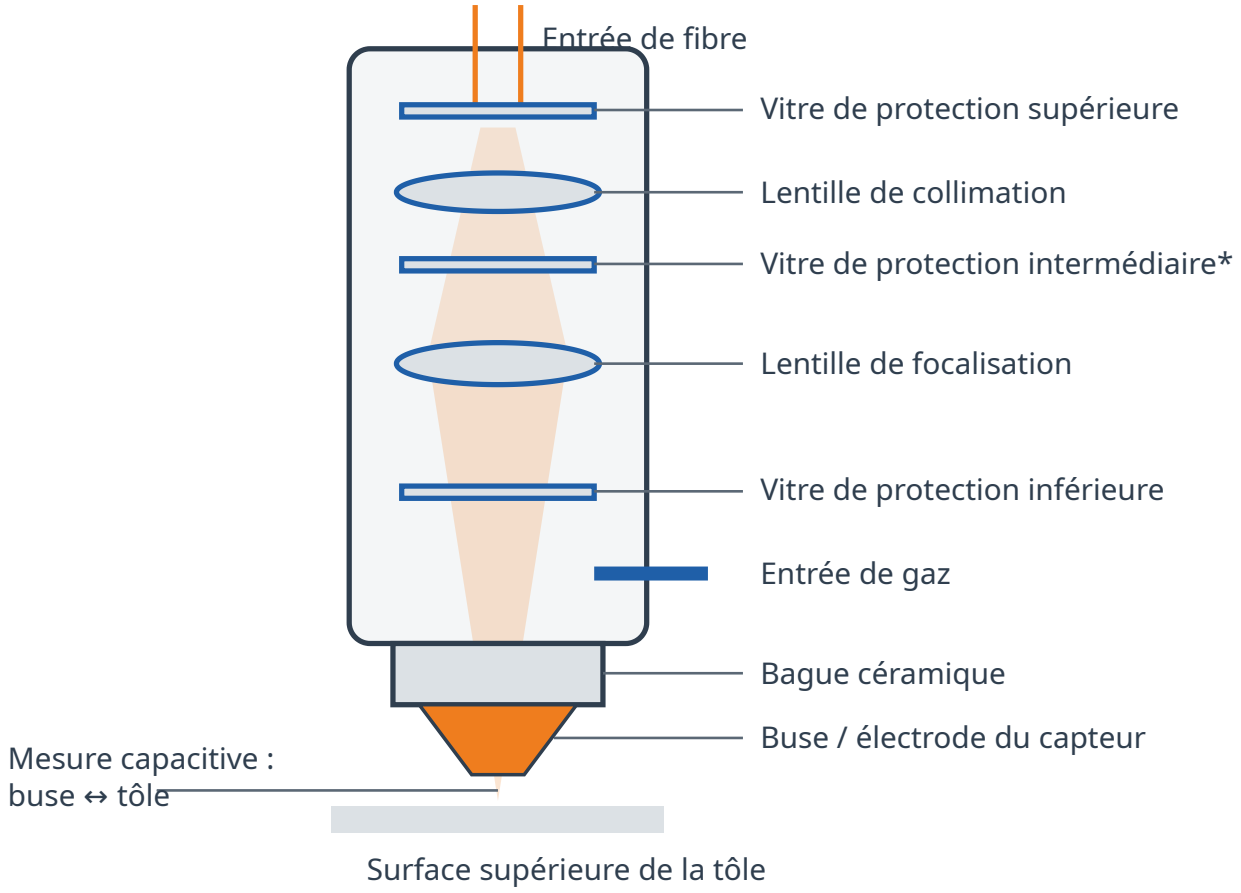
N'attribuez pas une alarme à un seul composant. Une source « non prête » peut résulter du refroidisseur ; une erreur de hauteur, d'un mauvais contact de la tôle ; une chute de pression, d'un débit de circuit insuffisant. Consignez le symptôme, son moment d'apparition et les alarmes associées.

Lisez l'étiquette, ne devinez pas

La marque de la source laser n'est pas celle de la tête. Le rapport optique décrit les distances focales des lentilles de collimation et de focalisation ; le cœur de fibre est une autre caractéristique. Utilisez ces informations séparément pour sélectionner le tableau des paramètres.

2.3 Structure interne de la tête de découpe

La tête concentre le faisceau en un point fin et fournit le gaz coaxialement à la surface de la tôle. Le dessin ci-dessous est une coupe fonctionnelle. Le nombre, la position et le nom des vitres de protection supérieure/intermédiaire/inférieure varient selon le modèle ; certaines têtes n'ont pas trois vitres distinctes. Ne commandez pas de pièces à partir de ce dessin.



*Modèle schématique. La disposition des pièces et les accès d'entretien sont définis par le manuel de votre tête.

La lentille de collimation met en forme le faisceau sortant de la fibre. **La lentille de focalisation** concentre le faisceau dans la zone de coupe. **La vitre de protection** protège les optiques coûteuses des poussières et projections ; sale, elle peut absorber le faisceau et chauffer. Ne continuez pas à utiliser une vitre rayée ou brûlée.

La bague céramique assure l'isolation électrique du raccord de buse et, selon le modèle, une protection mécanique. Une céramique fissurée ou desserrée peut déstabiliser le suivi en hauteur. **La buse** met en forme le gaz ; elle sert aussi d'électrode de mesure capacitive. Un embout déformé, des bavures ou un mauvais serrage perturbent le débit et la mesure.

L'ouverture du trajet optique relève du service technique

Ne démontez pas les lentilles supérieures ou le raccord de fibre pour un contrôle courant. Accédez à la vitre de protection uniquement dans le cadre de votre formation et de la procédure du fabricant, avec les énergies sécurisées et dans un environnement propre.

2.4 Têtes à focalisation manuelle et automatique

Ce guide décrit la position physique du foyer par rapport à la face supérieure de la tôle : + au-dessus, – dans la matière. Toutefois, les ensembles tête Raytools/commande CypCut dont proviennent les tableaux prennent la pointe de buse comme référence ; le pointage Raytools sur ruban y définit le zéro. Avec cette convention, **focalisation par rapport à la surface ≈ valeur de commande + hauteur de buse**. Une commande à 0 avec une hauteur de 1 mm place le foyer ≈1 mm au-dessus de la tôle ; -1 mm avec 1 mm de hauteur le place à la surface. Vérifiez référence et signes dans le manuel de votre commande. Ne confondez pas hauteur de buse et réglage optique interne.

Raytools BM115 · Friendess CypCutPro

Caractéristique	Focalisation manuelle	Focalisation automatique
Réglage	Par la bague ou l'échelle prévue par le fabricant.	Le moteur place les optiques internes à la valeur de recette.
Changement de matériau	L'opérateur vérifie et consigne le réglage.	Le calque ou la recette peut appeler une focalisation différente.
Référence	Vérifiez l'échelle et le zéro de focalisation.	Vérifiez la référence moteur, le sens des signes du logiciel et le zéro mécanique.
Erreurs possibles	Mauvaise échelle, verrou desserré, erreur de lecture	Mauvaise recette, perte de référence, défaut de mouvement/alarme
Exigence commune	Buse adaptée, faisceau centré, céramique intacte, vitre propre et étalonnage capacitif	

Préparer la focalisation pour le travail

Objectif : Appliquez la valeur de focalisation du tableau avec le mécanisme adapté. **Éléments nécessaires :** Modèle de tête, manuel de tête et recette approuvée.

1. Identifiez le type manuel/automatique par le modèle de tête. Ne vous fiez pas à son apparence.
2. En focalisation manuelle, sécurisez le laser ; utilisez l'échelle selon la méthode du fabricant et vérifiez le verrouillage.
3. En focalisation automatique, vérifiez l'état prêt/référencé et la valeur commandée. Ne forcez pas la poursuite en présence d'une alarme.
4. Vérifiez le sens des signes. Dans ce guide, + est au-dessus, – à l'intérieur ; si le logiciel utilise une autre définition, appliquez la conversion du fabricant.
5. Validez la coupe sur une éprouvette adaptée ; enregistrez le réglage dans la recette.

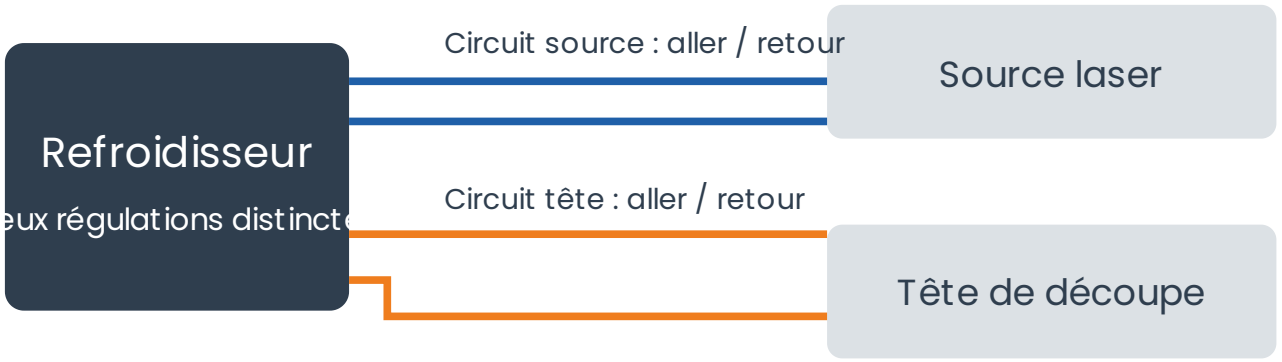
> **Le zéro optique diffère du zéro capacitif**
>
> L'étalonnage capacitif apprend la distance buse–tôle. Il ne corrige pas automatiquement le zéro optique. Un suivi régulier de la tôle ne prouve pas que la focalisation optique est correcte.

Pourquoi ? Une mauvaise focalisation modifie la répartition d'énergie et la saignée. Une mauvaise hauteur de buse influe sur l'entrée du gaz dans la saignée et sur le risque de collision.

Photo à ajouter depuis une machine DOKTEK — **échelle de focalisation manuelle et étiquette du modèle de tête automatique ; énergies sécurisées**

2.5 Refroidisseur : deux circuits, température et condensation

Le refroidisseur refroidit la source laser et les composants concernés de la tête de découpe. Beaucoup de systèmes ont deux circuits distincts pour la source et la tête. Leurs températures, débits et exigences de fluide peuvent différer. Suivez les étiquettes des flexibles ; n'inversez pas les circuits source et tête.



Circuits schématiques. Réservoir commun ou réservoirs séparés selon le fabricant.

Le point de roséeest la température à laquelle l'humidité de l'air commence à se condenser sur une surface. Une condensation peut apparaître si l'eau de refroidissement ou la surface de la tête descend sous le point de rosée ambiant. Évitez un réglage trop froid, surtout en atelier chaud et humide. Évaluez la plage autorisée par le fabricant avec la température et l'humidité ambiantes.

Ce guide ne donne pas de température universelle de refroidisseur. Utilisez un réglage autorisé conjointement par les fabricants de la source, de la tête et du refroidisseur. Ne baissez pas la consigne arbitrairement pour refroidir davantage. Même si le refroidisseur indique qu'il est prêt, ne découpez pas si la tête présente de la condensation.

Contrôle du refroidissement en début de poste

Objectif : Assurez un refroidissement stable et sans fuite avant l'émission. **Éléments nécessaires :** Exigences de niveau/température du fabricant, fluide adapté et fiche de contrôle.

1. Machine sécurisée, contrôlez le niveau, les flexibles, les raccords et le sol.
2. Mettez le refroidisseur en marche ; attendez que les circuits atteignent leur consigne et que le débit se stabilise.
3. Vérifiez l'absence d'alarmes, de fuites sur les allers/retours et d'humidité autour de la tête ou de la fibre.
4. Consignez les valeurs. N'acquittez pas une alarme de débit ou de température pour forcer la coupe ; éliminez sa cause.

> **Ne mélangez pas des fluides incompatibles**
>
> Le fabricant définit la qualité d'eau, les additifs et la fréquence de remplacement. N'ajoutez pas d'antigel automobile ou de produit chimique inconnu. Pour la protection antigel et les arrêts prolongés, suivez la séquence de la section 3.6.

Pourquoi ? Un fluide inadapté peut provoquer corrosion et colmatage. Un débit insuffisant et la condensation peuvent endommager les optiques ou l'électricité.

2.6 Table, palettes et équipements auxiliaires

Les lames de table supportent la tôle ; leurs intervalles laissent passer le faisceau, le gaz et le métal fondu. Des lames chargées de scories ou déformées ne maintiennent pas la tôle plane. Une petite pièce découpée qui bascule peut rester sur le trajet de la tête. Une surface irrégulière n'est pas toujours compensable par la régulation de hauteur.

Le changeur de palettes réduit la préparation en échangeant la palette de coupe et celle de chargement. La zone de mouvement, les verrouillages et les protections d'accès varient selon la machine. Voir un capteur de position ou un indicateur à l'écran ne prouve pas à lui seul que personne ne se trouve dans la zone.

Préparer le changement de palette

Objectif : Changez la tôle et la palette sans collision. **Éléments nécessaires :** Séquence de palettes du fabricant, opérateur autorisé et équipement de levage adapté.

1. Terminez la coupe ou effectuez un arrêt sûr selon le fabricant ; placez tête et portique à la position prévue pour le changement de palette.
2. Vérifiez que personne ne se trouve côté chargement ou côté coupe. Aucun outil ou squelette ne doit rester sous la table ou dans le passage des palettes.
3. Vérifiez que la tôle ne dépasse pas, que les pièces basculées sont retirées et que la charge est bien répartie.
4. Fermez les protections ; commandez le changement dans l'ordre du fabricant. N'entrez pas dans la zone pendant le mouvement.
5. Vérifiez la position finale et le verrouillage de la palette. Contrôlez l'origine de travail et la détection de bord pour la nouvelle tôle.

> **! Ne poussez pas une palette coincée**
>
> Ne tentez pas de terminer le mouvement à la main, au chariot élévateur ou en entrant dans la zone protégée. Arrêtez, sécurisez les énergies et déclenchez l'intervention d'entretien autorisée.

Pourquoi ? Un mouvement de palette avant le stationnement sûr de la tête peut provoquer une collision entre tête, tôle et portique. Une position de palette incertaine peut aussi invalider les coordonnées de travail.

Évaluez ensemble air et aspiration

Le sécheur, les filtres, le réservoir et la tuyauterie déterminent aussi la pression et le débit de coupe, en plus de la capacité du compresseur. La pression à vide peut chuter pendant la coupe. Un simple séparateur d'eau ne suffit pas toujours pour obtenir de l'air sec ; contrôlez le sécheur et les purges. Un filtre colmaté ou un clapet de zone fermé diffuse les fumées dans l'enceinte.

Vérifiez les pertes de pression, le sécheur et le triplet ISO 8573-1 dans l'encadré sur l'installation de coupe à l'air en section 7.2.

Photo à ajouter depuis une machine DOKTEK — **zone de sécurité des palettes, étiquettes des circuits du refroidisseur et séquence compresseur–sécheur–filtre**

03

Mise en marche, prise de référence, étalonnage et arrêt

Suivez le même ordre à chaque poste. Si les instructions de mise en service de votre machine donnent un autre ordre, la séquence du fabricant prévaut.

3.1 Séquence de mise en marche sûre

Objectif : Mettez la source en service avec le refroidissement et les auxiliaires prêts. **Éléments nécessaires :** Contrôle quotidien de sécurité effectué, gaz/air suffisants, fluide adapté et opérateur autorisé.

1. **Stabilisateur / sectionneur principal :** Contrôlez la zone de travail. Ne commencez pas si un cadenas d'entretien est posé. Mettez en marche le stabilisateur, s'il existe, puis l'alimentation principale dans l'ordre du fabricant.
2. **Refroidisseur :** Vérifiez le niveau et l'absence de fuites. Démarrez le refroidisseur ; attendez que les circuits source et tête atteignent les conditions de température et de débit prescrites.
3. **Compresseur et gaz :** Préparez le sécheur, les filtres et l'aspiration. Ouvrez l'alimentation du gaz adapté et les vannes machine dans l'ordre prévu. Arrêtez en cas de fuite ou de pression incorrecte.
4. **Interrupteur de la source laser :** Avec le refroidissement prêt, allumez la source. La mise sous tension et l'autorisation d'émission sont distinctes ; gardez le faisceau désactivé jusqu'au moment nécessaire.
5. **CNC / ordinateur :** Démarrez la commande. Lisez les avertissements de démarrage ; ne lancez pas un travail automatique restant du poste précédent.
6. **Logiciel :** Ouvrez la configuration propre à la machine et le bon fichier de travail. Vérifiez les connexions, les axes et les sécurités.
7. **Activation des servos :** Vérifiez que la zone est vide. Autorisez les mouvements selon la méthode du fabricant. Arrêtez en cas de mouvement inattendu ou d'alarme.
8. **Prise de référence :** section 3.2 — effectuez le retour au point de référence dans l'ordre indiqué.
9. **Étalonnage :** Contrôlez la buse, la céramique et le centrage. Effectuez l'étalonnage capacitif nécessaire et les autres contrôles de démarrage du fabricant.

> **N'émettez pas avant que tout soit prêt**
>
> Ne faites pas d'essai de coupe si le refroidissement, le gaz, l'aspiration, les protections ou la référence des axes ne sont pas conformes. Ne banalisez pas une alarme récurrente comme un phénomène normal au démarrage.

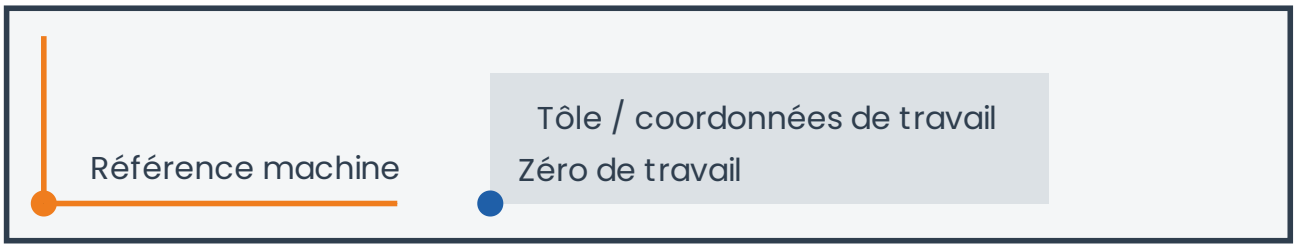
Pourquoi ? L'ouverture du logiciel de coupe ne garantit pas que les auxiliaires soient prêts. Répéter les étapes dans le même ordre révèle rapidement les préparations incomplètes.

Condition pour continuer	Contrôle
Source prête	Refroidissement conforme ; aucune alarme source inexpliquée.
Mouvements prêts	Zone vide, état des servos conforme, référence établie.
Procédé prêt	Gaz adapté, aspiration, protections et recette approuvée sélectionnés.

Cette séquence est un déroulement général pour l'opérateur. Les noms des contacteurs, interrupteurs et menus peuvent varier selon la machine et la version.

3.2 Prise de référence : établir le repère machine

La prise de référence rétablit la position absolue des axes dans le repère machine à partir des capteurs de référence/origine et des informations de position de la commande. Le zéro pièce est distinct. Choisir un coin de tôle comme zéro de travail ne crée pas la référence des axes.



Vérifiez séparément les deux repères. Les flèches sont uniquement explicatives.

Les limites logicielles, la zone de mouvement sûre et les positions des palettes dépendent d'une référence correcte. Après une perte de référence, la distance affichée peut différer de la distance mécanique réelle. La prise de référence contribue à prévenir les collisions ; elle ne garantit pas seule la détection d'obstacles ou la sécurité de la zone.

Quand ?	Contrôle supplémentaire
À chaque mise en marche	Vérifiez l'indication de référence terminée du fabricant.
Après un arrêt d'urgence	Éliminez d'abord la cause de l'arrêt ; rétablissez les références nécessaires.
Après une alarme servo / codeur	Éliminez la cause ; ne présumez pas que la position reste fiable.
Après une collision	Faites contrôler buse, céramique, fixation de tête et axes.
Après une intervention mécanique	Attendez la validation des références et limites par l'entretien autorisé.

Objectif : Associez les limites de mouvement au bon repère machine. **Éléments nécessaires :** Axes en bon état, trajet libre et séquence de prise de référence du fabricant.

1. Dégagez la table et le trajet du portique. Vérifiez l'absence de tôle relevée, de pièce basculée, d'outil ou de bride.
2. Placez l'axe Z en position haute sûre selon le fabricant. Ne déplacez pas horizontalement au-dessus de la tôle une tête dont la position est inconnue.
3. Fermez les protections ; lancez la prise de référence. L'ordre des axes et le sens de recherche varient selon le fabricant ; ne les devinez pas.
4. Surveillez le mouvement depuis un endroit sûr. Arrêtez en cas de sens incorrect, d'obstacle, de bruit inhabituel ou d'alarme de limite.
5. Vérifiez la fin de l'opération. Contrôlez séparément le zéro de travail et la position des palettes.

Que se passe-t-il sinon ?

Des limites logicielles erronées, des déplacements hors tôle, une mauvaise position de palette et des collisions sont possibles. Ne faites pas fonctionner un axe qui ne prend pas sa référence en neutralisant les limites ou les capteurs.

Pourquoi ? Le repère de travail n’est correctement placé que si le repère machine est fiable. L’acquittement d’une alarme ne prouve pas la justesse physique de la référence.

3.3 Étalonnage capacitif de hauteur

Le capteur capacitif suit la distance grâce à la relation électrique entre buse et tôle. Sur des régulateurs comme le BCS100, l'étalonnage apprend cette relation. Cette opération diffère du réglage optique de focalisation et de la prise de référence X/Y.

Réévaluez l'étalonnage après remplacement de la buse/céramique, examen après collision, changement sensible de matériau ou de température, ou dérive de hauteur. Suivez les instructions du fabricant de la tête/régulation de hauteur pour la fréquence quotidienne et les critères d'acceptation. Ne tentez pas de compenser une céramique fissurée ou une buse desserrée par un étalonnage.

Objectif : Assurez un suivi stable de la tôle à la bonne distance. **Éléments nécessaires :** Buse/céramique propres et intactes ; tôle plane et propre, avec bon contact électrique sur la table ; machine référencée et instructions du fabricant.

1. Désactivez l'émission de coupe. Vérifiez le montage de la buse et de la céramique ainsi que l'état des câbles/raccords.
2. Posez la tôle propre à plat sur un support adapté. Si rouille, huile, scories, revêtement épais ou film perturbent la mesure, utilisez la méthode d'étalonnage appropriée du fabricant.
3. Placez la tête au-dessus d'une zone plane, loin des bords et des trous. Évitez les vides sous la tôle et les petites pièces susceptibles de basculer.
4. Lancez l'étalonnage de la régulation de hauteur. Les noms des menus varient selon la version ; la plupart proposent une fonction distincte d'étalonnage du capteur/de capacité.
5. Surveillez l'approche automatique. Arrêtez en cas de contact inattendu, de vibrations persistantes ou de descente anormale.
6. Examinez la courbe et l'indicateur de qualité/cohérence du fabricant. Le résultat doit être régulier et reproductible ; refusez toute interruption, saut brutal ou indication d'échec.
7. Appliquez le contrôle de hauteur sûr du fabricant. Vérifiez le suivi stable sur différentes zones planes et l'absence de frottement de la buse ; consignez le résultat.

Si l'étalonnage échoue

Contrôlez d'abord le contact électrique de la tôle, la propreté de la buse, la céramique, le câble du capteur et la stabilité ambiante. N'enregistrez pas une courbe incorrecte ; ne poursuivez pas la production en relevant simplement la tête.

Pourquoi ? Une mesure incorrecte peut trop rapprocher ou éloigner la tête. Le gaz de coupe est perturbé et le risque de collision augmente.

Capture d'écran à ajouter depuis une machine DOKTEK — **courbe d'étalonnage réussie et version du BCS100 ou de la régulation utilisée**

3.4 Mise en service initiale et centrage de la buse

Mise en service initiale : intervention du service autorisé

Objectif : Fondez les réglages de mouvement et de suivi sur une mécanique fiable. **Éléments nécessaires :** Personnel de mise en service autorisé, manuels FSCUT/BCS100 de la machine et version/configuration adaptées.

1. Le service technique vérifie le montage mécanique, les raccordements électriques, le sens des servos, les codeurs et les capteurs de limite et de référence.
2. Il effectue l'étalonnage initial des servos ou leur réglage adapté selon la méthode autorisée. L'opérateur ne modifie pas les gains ou paramètres moteur pour faire des essais.
3. Il valide le retour à l'origine et les coordonnées machine dans l'ordre du fabricant.
4. Il effectue l'étalonnage capacitif avec une buse intacte et une tôle adaptée.
5. Il applique en sécurité le réglage automatique requis par la version BCS100/FSCUT et valide le suivi et les mouvements.

! L'ordre peut varier selon la version

« Réglage servo → retour à l'origine + étalonnage capacitif → réglage automatique » décrit les dépendances générales. Consultez le manuel FSCUT/BCS100 utilisé pour les commandes exactes et prérequis. Ce paragraphe n'est pas une instruction de mise en service destinée au service technique.

Pourquoi ? Un réglage automatique effectué sur une mécanique ou un capteur défectueux peut pérenniser un résultat incorrect.

Centrage de la buse : essai au ruban adhésif

Objectif : Vérifiez que le faisceau traverse le centre de l'orifice selon la méthode d'essai approuvée du fabricant. **Éléments nécessaires :** Formation à cette tâche, matériau d'essai approuvé et procédure de centrage à faible énergie du fabricant de la tête ; enceinte et verrouillages opérationnels.

1. Sécurisez l'émission ; stationnez la tête à la position d'essai approuvée. Vérifiez buse, céramique et serrage.
2. Placez sous la buse le ruban ou matériau d'essai recommandé. Aucune émission ne doit être possible pendant sa mise en place.
3. Vérifiez que la zone est vide et fermez l'enceinte. Appliquez uniquement le tir bref à faible énergie défini par le fabricant ; ne choisissez pas arbitrairement puissance et durée.
4. Après avoir sécurisé de nouveau l'émission, retirez le ruban. Évaluez le centrage du trou par rapport à l'empreinte de la buse.
5. En cas de décalage, effectuez de petits ajustements de centrage autorisés par le manuel de tête ; répétez à chaque contrôle la séquence pose sûre–essai fermé–retrait sûr.
6. Une fois le centrage stable, retirez entièrement le matériau d'essai ; vérifiez l'absence de résidus sur la buse. Effectuez l'étalonnage de hauteur nécessaire.

! Aucun tir porte ouverte

Ne tirez pas en regardant sous la buse. Ne neutralisez pas les verrouillages. Arrêtez et contactez le service technique si la brûlure est irrégulière ou étendue, si le centre dérive constamment ou si la limite de réglage est atteinte.

Pourquoi ? Le décentrage déséquilibre le gaz et peut provoquer des bavures d'un seul côté et un échauffement de la buse. Cet essai n'autorise pas le travail à faisceau accessible.

3.5 Marche à blanc et contrôle du cadre

Le contrôle du cadre parcourt les limites extérieures du travail sur la tôle. La marche à blanc suit le programme sans faisceau. La simulation contrôle le trajet et l'ordre sur ordinateur. Ces trois contrôles répondent à des questions distinctes : « le programme est-il correct ? », « le travail tient-il dans la tôle ? », « le trajet réel est-il libre ? »



Contrôlez les protections et la zone de mouvement à chaque étape.

Réévaluez la validation précédente si le fichier ou le zéro de travail change.

Objectif : Détectez les erreurs de placement et de mouvement avant la première émission. **Éléments nécessaires :** Machine référencée et étalonnée, tôle fixée, bon fichier et mode d'essai avec émission désactivée vérifiée.

1. Contrôlez les dimensions réelles du programme, celles de la tôle et le zéro de travail. Effectuez si nécessaire la détection de bord et la correction angulaire.
2. Dans la simulation, suivez l'ordre des contours intérieurs, amorces, micro-attaches, points de perçage et déplacements rapides.
3. Placez la tête à la hauteur sûre du fabricant. Évaluez les obstacles, bords courbés et brides sur la tôle.
4. Lancez le cadre sans faisceau ; vérifiez que tout le travail reste dans la tôle et les limites de mouvement sûres.
5. Effectuez la marche à blanc à une vitesse d'essai sûre. Certaines versions gèrent différemment le gaz et le suivi ; vérifiez séparément que l'émission est désactivée.
6. En cas d'erreur, corrigez le fichier ou l'origine et refaites le contrôle concerné. Si tout est conforme, préparez la première éprouvette de coupe.

La marche à blanc comporte aussi des mouvements

Les dangers du portique, du Z et des palettes subsistent sans faisceau. Ne passez pas la main dans l'enceinte ou la zone de mouvement. Ne passez pas à la coupe si le trajet réel diffère du trajet attendu.

Pourquoi ? La simulation ne voit ni la courbure réelle de la tôle ni un outil sur la table. Le contrôle du cadre ne valide pas à lui seul tous les mouvements intérieurs.

Capture d'écran à ajouter depuis une machine DOKTEK — **limites du travail, zéro de travail et indicateur d'essai sans faisceau dans le logiciel utilisé**

3.6 Arrêt, gel et reprise après arrêt prolongé

Arrêt normal

Objectif : Placez le travail et les auxiliaires dans un état maîtrisé. **Éléments nécessaires :** Dossier de travail, séquence d'arrêt du fabricant et zone adaptée aux pièces chaudes.

1. Terminez la coupe ou arrêtez le programme en sécurité. Contrôlez pièces chaudes et scories ; respectez les besoins d'aspiration après le travail.
2. Désactivez l'émission laser. Stationnez la tête et le portique selon le fabricant ; laissez la palette en position sûre.
3. Consignez les modifications de travail/recette, les alarmes et le travail restant. Fermez correctement le logiciel et la CNC/l'ordinateur.
4. Éteignez la source laser dans l'ordre du fabricant. Si le refroidisseur doit continuer brièvement après l'arrêt de la source, **consultez le manuel du fabricant** ; n'inventez pas une durée fixe.
5. Fermez le gaz et arrêtez compresseur/auxiliaires selon le plan de l'entreprise. Dépressurisez les circuits nécessaires avec une méthode sûre.
6. Arrêtez le refroidisseur, puis l'alimentation principale/stabilisateur dans l'ordre prévu. Gérez selon le fabricant les alimentations devant rester actives pour le refroidissement, l'antigel ou l'aspiration.
7. Inspectez les abords ; vérifiez l'absence de feu couvant, de fuite et d'intervention en cours. Remettez la fiche de poste.

> **! L'arrêt d'urgence est un cas distinct**
>
> En cas de danger, ne cherchez pas à terminer l'arrêt normal ; appliquez l'arrêt d'urgence et le plan d'urgence de l'entreprise. L'arrêt normal ne remplace pas non plus la consignation LOTO pour l'entretien.

Pourquoi ? Couper brutalement l'ordinateur peut faire perdre les données du travail. Interrompre trop tôt le refroidissement avec la source en marche peut endommager le matériel.

Hiver / protection antigel

Objectif : Empêchez le gel de l'eau dans le système à l'arrêt. **Éléments nécessaires :** Procédure hivernale approuvée conjointement pour la source, la tête et le refroidisseur.

1. Évaluez la température ambiante minimale et le risque de coupure électrique.
2. Choisissez le chauffage ambiant, la circulation, le fluide adapté ou la vidange recommandés ; n'ajoutez pas d'antigel incompatible.
3. Si une vidange est nécessaire, appliquez la méthode autorisée couvrant aussi les poches internes de la source et de la tête. Ne soufflez pas à l'air comprimé sans contrôle.
4. Étiquetez la mesure prise. Ne démarrez pas la source avant la fin du remplissage et de la purge d'air.

> **! Ne démarrez pas si vous suspectez du gel**
>
> Ne faites pas fonctionner la source pour dégeler le circuit. Faites rechercher fissures, fuites et perte de débit par le personnel autorisé.

Pourquoi ? Du fluide peut rester dans les canaux internes même si un flexible extérieur paraît vide.

Remise en marche après arrêt prolongé

Objectif : Rétablissez la fiabilité du système. **Éléments nécessaires :** Historique d'arrêt et plan d'entretien.

1. Contrôlez extérieurement le fluide, les flexibles, les filtres, le gaz, la mécanique et l'électricité ; retirez les protections de stockage selon le fabricant.
2. Préparez les circuits de refroidissement ; vérifiez l'absence de fuite, de condensation et d'alarme.
3. Effectuez la mise en marche normale, la prise de référence, le centrage et l'étalonnage capacitif nécessaire. Reprenez la production après marche à blanc et essai sur éprouvette.

L’ancienne recette ne suffit pas

Le matériau, le gaz et les optiques peuvent avoir changé. Mesurez la première pièce avant de lancer la série.

Pourquoi ? Humidité, salissures et fuites peuvent apparaître pendant l’arrêt ; la réussite du travail précédent ne les exclut pas.

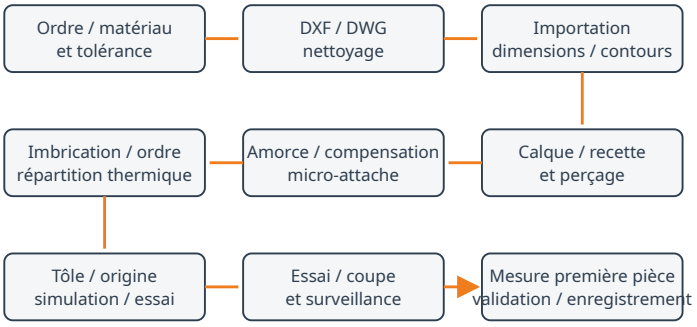
04

Du dessin à la coupe

Nettoyez d'abord le dessin, puis créez le parcours de coupe. Validez aussi sur la machine la géométrie qui semble correcte à l'écran.

4.1 Planifiez l'ensemble du travail

Un travail de coupe ne se réduit pas à un fichier DXF. Le matériau, l'épaisseur réelle, la quantité, les tolérances, l'état du chant attendu et les opérations suivantes déterminent la recette. Les exigences de chant peuvent différer entre une pièce à peindre et une pièce à souder. Ne résolvez pas une ambiguïté de l'ordre de fabrication par des essais pendant la coupe ; faites-la préciser par le responsable.



Une correction peut affecter les étapes suivantes. Recontrôlez le parcours si l'échelle, le contour ou l'imbrication change.

Avant de commencer	Informations à consigner
Plan	Révision, cotes critiques, tolérances et exigences du chant
Matériau	Type/nuance, épaisseur, lot, revêtement/film, état de surface
Machine / recette	Source, tête, gaz et référence des paramètres approuvés
Planification	Quantité, imbrication, orientation des pièces, levage et gestion du squelette

Prévoyez une première pièce

Ne commencez pas un nouveau travail en découpant directement toute la tôle. Prévoyez une éprouvette ou une première pièce permettant le contrôle des dimensions et du chant. Conservez ensemble les révisions du fichier et de la recette.

4.2 Préparation DXF / DWG

Le fichier doit représenter la géométrie à découper de façon unique et cohérente. Les cotations, copies invisibles et extrémités ouvertes peuvent créer des parcours supplémentaires ou des perçages indésirables. Utilisez les contrôles géométriques en complément du zoom.

Préparation	Action	Contrôle
Unité / échelle	Préparez le dessin en mm et à l'échelle réelle.	Mesurez une dimension extérieure connue et un diamètre de trou.
Trait unique	Définissez chaque arête une seule fois pour la coupe.	Vérifiez que l'épaisseur du trait ne crée pas un contour fermé distinct.
Contour fermé	Fermez les limites des pièces et des trous.	Repérez les extrémités et les petites ouvertures.
Traits doubles / superposés	Supprimez les géométries dupliquées et segments superposés.	Contrôlez le nombre de contours et les passages répétés en simulation.
Texte	Convertissez les textes à découper en contours.	Évaluez les ponts nécessaires pour retenir l'intérieur des lettres.
Spline	Convertissez-la en arcs/segments avec la tolérance requise par la commande.	Vérifiez l'absence de segments trop courts, d'angles et d'écarts dimensionnels.
Petit intervalle	Joignez les extrémités avec une tolérance approuvée.	Ne fermez pas par erreur un intervalle prévu par le dessin.
Objet auxiliaire	Retirez cotations, hachures, cadres et annotations de la géométrie de coupe.	Aucun calque ou contour inattendu ne doit subsister après importation.

Procédure de nettoyage du dessin

Objectif : Créez des contours uniques et fermés pour la machine. **Éléments nécessaires :** Plan approuvé, fichier CAO et copie de sauvegarde.

1. Vérifiez la révision et ouvrez une copie de travail. Contrôlez l'unité et une cote connue.
2. Séparez les objets à ne pas couper. Convertissez blocs/objets au format pris en charge par le logiciel de commande.
3. Supprimez les traits répétés. Repérez les contours ouverts ; fermez-les conformément au dessin réel.
4. Convertissez textes et splines. Vérifiez que les petits arcs et intérieurs de lettres sont conservés.
5. Enregistrez dans une version DXF/DWG adaptée, puis rouvrez et mesurez.

! La correction automatique peut modifier le dessin

N'augmentez pas les tolérances de jonction/lissage pour supprimer tous les avertissements. Une petite ouverture peut être une fente fonctionnelle. Faites approuver toute modification critique par le responsable du plan.

Pourquoi ? Un trait double réchauffe deux fois la même zone ; un contour ouvert peut fausser l'identification intérieur/extérieur ou laisser une pièce incomplète.

4.3 Importation, calques et paramètres

Un fichier correctement ouvert après importation n'est pas forcément prêt à découper. Revérifiez dimensions, nombre de pièces, relation entre contours intérieurs/extérieurs et rôle des calques. La couleur à l'écran n'identifie pas le gaz physique ; dans la plupart des logiciels, elle indique seulement le calque d'usinage.

Objectif : Attribuez à chaque contour le bon procédé et la bonne recette. **Éléments nécessaires :** Fichier nettoyé, ordre de fabrication, matériau identifié et recette sélectionnée/validée selon la section 9.0.

1. Importez le fichier dans le logiciel de commande. Les noms des menus varient selon la version ; l'importation et le contrôle géométrique sont généralement des fonctions distinctes.
2. Mesurez largeur/hauteur totales et un trou connu. Vérifiez le nombre de pièces et leur rotation ou symétrie.
3. Examinez les contours ouverts/fermés et intérieurs. Chaque objet doit avoir un rôle défini.
4. Affectez coupe, marquage et autres procédés pris en charge à des calques séparés. N'utilisez pas une fonction non prise en charge au seul motif qu'une couleur de calque existe.
5. Attribuez ensemble à chaque calque de coupe le matériau, gaz, pression, buse, hauteur, focalisation, puissance et vitesse adaptés. Contrôlez séparément la recette de perçage.
6. Vérifiez que les calques auxiliaires à ne pas couper sont désactivés. Revoyez la liste des calques et le nombre de contours.
7. Enregistrez sous un nouveau nom/révision de travail. Ne modifiez pas sans contrôle la recette principale avec les réglages d'essai.

> **! Vérifiez les limites machine et les unités**
>
> Le logiciel peut afficher la puissance en W ou en pourcentage et la vitesse dans une autre unité. Faites correspondre les W et m/min du tableau aux unités de l'écran ; convertissez et vérifiez avant application. Ne modifiez pas la configuration machine autorisée.

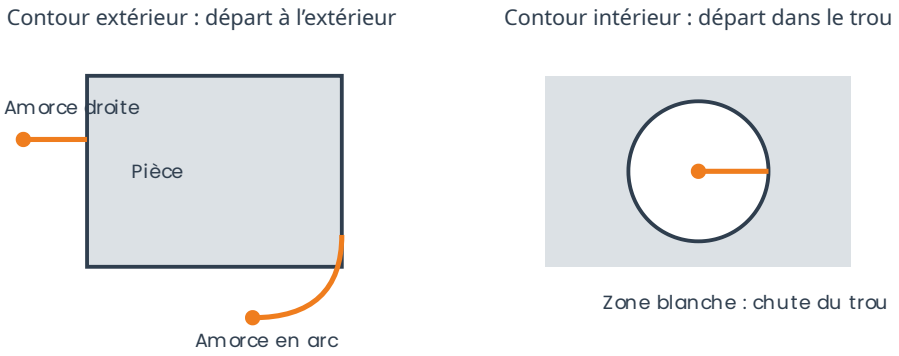
Pourquoi ? Changer une géométrie de calque peut modifier le gaz, le perçage et les mouvements en plus de la couleur.

Contrôle final	Question
Géométrie	Bonne révision ? Dimensions extérieures et trous corrects ?
Calque	Procédé défini pour chaque objet ? Traits auxiliaires désactivés ?
Recette	Gaz et valeurs de la ligne appliqués ensemble ? Perçage adapté ?
Enregistrement	Fichier de travail et révision des paramètres traçables ?

Capture d'écran à ajouter depuis une machine DOKTEK — **pièce importée, contrôle dimensionnel et calques d'usinage**

4.4 Amorces d'entrée et sorties

L'amorce d'entrée relie le point de perçage au contour réel. La sortie, si le procédé la prend en charge, quitte le contour en fin de coupe. La majeure partie de l'amorce reste côté chute pour éviter que le cratère de perçage et l'instabilité initiale n'altèrent le chant.



Les traits orange montrent des amorces possibles ; longueur et rayon réels sont validés par essai. Dessin non à l'échelle.

Choix	Quand l'envisager ?	Que vérifier ?
Amorce droite	Avec assez de chute et un point de raccordement adapté	Absence d'encoche ou de marque d'angle au raccordement
Amorce en arc	Pour un changement de direction plus doux	L'arc ne doit pas empiéter sur une autre pièce ou un trou étroit
Tôle épaisse	Si le perçage et la stabilisation de coupe demandent davantage de place	Départ hors de la pièce finie, dans une zone de chute suffisante
Petit contour intérieur	Avec peu de place pour l'amorce	Le cratère ne doit pas atteindre la surface cotée
Près d'un angle	Si le dessin ou l'opération suivante l'exige	Ralentissement, accumulation thermique et marque de raccordement

Placer l'amorce d'entrée

Objectif : Gardez les marques de perçage et d'accélération côté chute. **Éléments nécessaires :** Contours intérieurs/extérieurs reconnus et recette de perçage adaptée.

1. Identifiez la pièce finie et la chute. Abordez un contour extérieur depuis l'extérieur, un contour intérieur depuis l'intérieur du trou.
2. Choisissez un raccordement sans enjeu dimensionnel ou visuel critique. Ne démarrez pas par défaut sur un angle vif.
3. Choisissez la forme droite/en arc et la longueur selon matériau, épaisseur et espace libre ; n'utilisez pas une longueur universelle.
4. Vérifiez en simulation que perçage, amorce et éventuelle sortie n'atteignent pas la pièce voisine.
5. Examinez le raccordement sur la première pièce ; corrigez au besoin une seule variable et consignez.

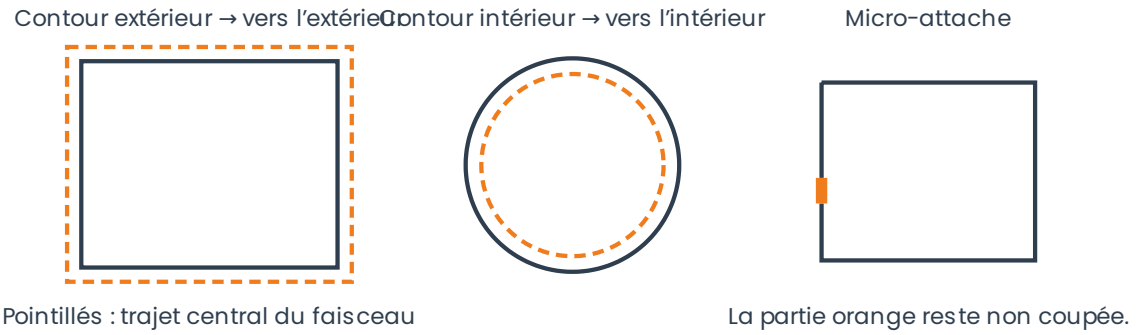
! Une longue amorce n'est pas toujours meilleure

Dans une imbrication serrée, elle peut couper une autre pièce. Une sortie inutilement longue peut réchauffer une pièce libérée. Si un départ en angle est indispensable, validez-le par essai.

Pourquoi ? Le perçage n'est pas encore une coupe stabilisée. Éloigner le départ du chant fini réduit les risques de cratère et d'encoche.

4.5 Compensation de saignée et micro-attaches

La saignée est la largeur du canal enlevé par le faisceau. La compensation décale le trajet central vers la chute pour conserver la cote finie. Il se décale vers l'extérieur pour un contour extérieur et vers le centre du trou pour un contour intérieur. N'agrandissez pas les cotes CAO en ajoutant une compensation logicielle.



Compensation exagérée sur le schéma. Déterminez la largeur réelle de saignée par mesure sur une éprouvette.

Valider la compensation

Objectif : Rapprochez les dimensions de la pièce et des trous de celles du plan. **Éléments nécessaires :** Instrument de mesure, éprouvette propre et compensation appliquée à un seul endroit.

1. Vérifiez la cote nominale CAO et l'existence d'une compensation antérieure.
2. Validez l'identification intérieur/extérieur ; choisissez le bon sens de compensation.
3. Découpez l'éprouvette, laissez-la refroidir et mesurez sur une surface non faussée par les bavures.
4. Comparez séparément cote extérieure et cote de trou. Modifiez uniquement la compensation de façon contrôlée ; remesurez.

> **! Ne masquez pas un défaut géométrique par la compensation**
>
> Un trou ovale, une conicité ou des cotes variant selon la direction peuvent avoir une autre cause. Vérifiez centrage de buse, mécanique et recette.

Pourquoi ? Une compensation inversée peut réduire la pièce extérieure tout en agrandissant le trou. Une double compensation décale deux fois la cote.

Planifier les micro-attaches

Les micro-attaches maintiennent la pièce au squelette par de petites zones non coupées. Elles réduisent le basculement, le soulèvement et le risque de collision des petites pièces avec la tête. Choisissez leur largeur et leur nombre selon matériau, épaisseur, forme, support et séparation ultérieure ; ce guide ne donne pas de dimension unique.

Objectif : Maintenez la pièce stable jusqu'à la fin de la coupe. **Éléments nécessaires :** Imbrication, plan de récupération des pièces et zones de surface autorisées.

1. Identifiez les pièces risquant de basculer ou de tomber.
2. Placez les attaches loin des cotes critiques, trous, surfaces visibles et angles vifs.
3. Déterminez dimensions/nombre par essai ; évitez des attaches trop faibles ou un effort de séparation inutilement élevé.
4. Vérifiez en simulation puis sur la première pièce que les attaches restent réellement non coupées.

N’arrachez pas la pièce

Utilisez une séparation et un ébavurage adaptés sans plier la pièce mince. Le squelette peut bouger de façon imprévue sous la charge des pièces encore attachées.

Pourquoi ? Les attaches peuvent améliorer la sécurité de coupe ; mal placées, elles dégradent les dimensions ou l’aspect.

4.6 Ordre de coupe, placement de tôle et détection de bord

L'ordre général va de l'intérieur vers l'extérieur : trous et petits contours intérieurs d'abord, extérieur de la pièce ensuite. Couper l'extérieur en premier libère la pièce ; sa position ou son support peut être perdu pendant la coupe intérieure. Aller du petit au grand est souvent utile ; évaluez toutefois toute l'imbrication pour la chaleur, les liens minces et le risque de basculement.

Découper successivement de petites pièces voisines concentre la chaleur. Répartissez l'ordre entre plusieurs zones ; surveillez le soulèvement et le gauchissement de la tôle. Réduire les déplacements à vide n'est pas le seul objectif. Utilisez la coupe à bord commun ou la coupe à la volée uniquement avec une fonction machine/logicielle adaptée et une recette validée ; consultez le chapitre 06pour les détails.

Décision	Contrôle
De l'intérieur vers l'extérieur	La pièce se libère-t-elle avant la fin des contours intérieurs ?
Du petit au grand	Une petite pièce bascule-t-elle tôt et bloque-t-elle le trajet suivant ?
Répartition thermique	Des perçages/coupes successifs sont-ils concentrés dans une zone étroite ?
Support	Après coupe, la pièce repose-t-elle sur les lames ? Faut-il des micro-attaches ?
Déplacements à vide	La tête passe-t-elle au-dessus de pièces basculées ou d'un squelette relevé ?

Détection de bord et correction angulaire de tôle

Objectif : Placez le programme selon les limites et l'angle réels de la tôle. **Éléments nécessaires :** Machine référencée/étalonnée, tôle posée à plat et méthode de détection prise en charge.

1. Posez la tôle sur des supports adaptés ; contrôlez fixation et surface. Ne tentez pas de corriger par logiciel une tôle inclinée, instable ou bombée.
2. Vérifiez les coordonnées machine et le zéro de travail sélectionné. Ne supposez pas que l'origine de la tôle précédente convient.
3. Lancez la détection de bord du fabricant. Aucun trou, bord discontinu ou bride ne doit se trouver sur le trajet de mesure.
4. Comparez l'angle et les limites calculés au placement attendu. Refusez un sens inversé ou un angle surprenant.
5. Actualisez l'imbrication ; vérifiez par le cadre que tout le travail reste dans la tôle.

> **La détection de bord n'est pas la prise de référence**
>
> Corriger l'angle de tôle ne corrige pas une référence machine erronée. Recontrôlez les limites de mouvement après changement de tôle, de palette ou de zéro de travail.

Pourquoi ? Un faible écart angulaire peut faire sortir le travail de la tôle à l'angle éloigné. La transformation logicielle exige une mesure correcte.

Capture d'écran à ajouter depuis une machine DOKTEK — **mesure du bord, angle détecté et placement du travail dans les limites réelles de la tôle**

4.7 Simulation, démarrage et reprise

Démarrer la coupe

Objectif : Lancez de façon contrôlée la première coupe du travail validé. **Éléments nécessaires :** Fichier/recette approuvés, tôle adaptée, protections, gaz, refroidissement et aspiration.

1. Revoyez une dernière fois en simulation l'ordre, les perçages, entrées/sorties, compensations et micro-attaches.
2. Effectuez le contrôle du cadre et la marche à blanc sans faisceau selon la section 3.5.
3. Vérifiez que l'enceinte et la zone des palettes sont vides et fermées. Vérifiez le gaz sélectionné, l'alimentation dynamique et l'aspiration.
4. Démarrez selon la méthode du fabricant. Observez le premier perçage et le chant uniquement par la fenêtre ou la caméra approuvée.
5. Arrêtez en cas d'étincelles anormales vers le haut, de coupe durablement non traversante, d'accumulation de fumées, de collision ou d'alarme. Ne prolongez pas le défaut en continuant.
6. Récupérez la première pièce au moment sûr ; effectuez le contrôle de la section 4.8. Ne lancez pas la série sans validation.

> **N'intervenez pas dans la zone de coupe**
>
> Pendant le fonctionnement, n'appuyez pas sur la pièce, ne récupérez pas une pièce basculée et ne dégagez pas le passage de la tête. Effectuez l'arrêt nécessaire et assurez les conditions d'accès sûr.

Pourquoi ? Les premiers contours révèlent vite un mauvais gaz ou zéro de travail. Le coût en matériau et en temps augmente à mesure que le programme avance.

Pause et reprise à un point d'arrêt

La reprise à un point d'arrêt permet de reprendre le programme à un point mémorisé. Les états de gaz, perçage et mouvement conservés varient selon la version. Pause, arrêt d'urgence et coupure d'énergie ne correspondent pas au même cas de reprise.

Objectif : Reprenez le travail restant depuis une position sûre et le bon contour. **Éléments nécessaires :** Tôle/pièces immobiles, cause d'arrêt connue et procédure de reprise du logiciel.

1. Identifiez et éliminez la cause. En cas de collision ou de doute sur la référence, effectuez d'abord contrôle mécanique, prise de référence et étalonnages nécessaires.
2. Vérifiez que tôle, palette et pièces n'ont pas bougé. Contrôlez fichier, zéro de travail, angle et calques.
3. Examinez le point mémorisé et les trajets coupés/non coupés. Choisissez la distance de retour et de reperçage selon le fabricant.
4. Dégagez le trajet de retour de la tête. Vérifiez que le reperçage n'abîmera pas le chant fini et ne tombera pas sur une pièce libérée.
5. Fermez les protections, lancez la commande de reprise du fabricant et surveillez le premier raccordement.

> **Sans position mémorisée, ne reprenez pas au jugé**
>
> Un repère à l'écran ne compense pas une tôle déplacée ou une référence perdue. Sans méthode autorisée de repositionnement, arrêtez et replanifiez le travail.

Pourquoi ? Reprendre le contour quelques pas en arrière n'est pas toujours sûr ; cela peut recouper une pièce déjà libérée.

4.8 Récupération, contrôle de première pièce et enregistrement

Récupérer pièces et squelette en sécurité

Objectif : Déchargez de façon contrôlée les matériaux chauds, coupants ou instables. **Éléments nécessaires :** Arrêt/accès autorisés, EPI adaptés, équipement de levage et zone de stockage.

1. Vérifiez la fin de coupe, l'émission sécurisée et le stationnement de la tête/du portique. N'approchez pas avant la fin du mouvement de palette.
2. Évaluez le refroidissement des pièces et scories. L'absence de rougeoiement ne signifie pas qu'elles sont froides.
3. Examinez les micro-attaches et zones non coupées. Ne tirez pas de force ; utilisez la méthode de séparation prévue.
4. Empêchez la chute des petites pièces entre les lames et le repli du squelette. Appliquez un plan de levage/manutention adapté aux pièces lourdes.
5. Levez le squelette de façon équilibrée ; vérifiez ses arêtes et les pièces accrochées dessous. Nettoyez la table à l'arrêt sûr.

! Ne montez pas sur le squelette

Les liens étroits découpés peuvent céder sous le poids. Ne récupérez pas à bout de bras une pièce sous la table ; utilisez les méthodes d'accès et d'isolement des énergies adaptées.

Pourquoi ? La rigidité de manutention de la tôle change après découpe. Un grand squelette peut se replier au moindre mouvement et créer un bord tranchant.

Valider la première pièce

Objectif : Validez dimensions et qualité de chant avant la série. **Éléments nécessaires :** Plan, instrument étalonné, pièce refroidie et fiche de relevé.

1. Vérifiez pièce, révision et matériau. Évaluez les bavures et écarts de température pouvant fausser la mesure.
2. Mesurez les cotes extérieures critiques, les trous, leurs positions et les angles si nécessaire. Prenez les tolérances sur le plan.
3. Examinez les bords supérieur/inférieur, bavures, conicité, stries, brûlures, coloration et marque d'amorce.
4. Classez le défaut ; utilisez le chapitre 13 pour faire un essai à une seule variable. Gardez les mêmes conditions de mesure à chaque essai.
5. Consignez le résultat approuvé selon la méthode du responsable ; poursuivez la série seulement ensuite.

! N'augmentez pas la vitesse au détriment de la qualité

Le détachement de la pièce ne suffit pas comme critère d'acceptation. Respectez aussi les exigences du chant pour soudage, peinture ou montage.

Pourquoi ? Sans évaluer ensemble dimensions et chant, vous pouvez produire une pièce aux bonnes cotes mais inutilisable.

Champ à consigner	Contenu
Travail / matériau	Révision du plan, nom du fichier, lot, type, épaisseur et surface
Recette	Gaz, pression, buse, hauteur, focalisation, puissance, vitesse et perçage
Résultat	Mesures, chant/bavures, modification d'essai et photo
Traçabilité	Machine, opérateur, date, révision des paramètres et validation

Le déroulement de préparation tient compte de l'approche générale de la famille FSCUT et des rubriques de contrôle de coupe de Linde. La version réelle du logiciel et les instructions du fabricant de la machine font référence.

05

Imbrication

L'imbrication place les pièces commandées sur la tôle dans une disposition découpable. Utilisez bien le matériau ; tenez aussi compte de la chaleur, des déplacements à vide et du travail de séparation.

5.1 Objectifs et termes de l'imbrication

Il ne s'agit pas seulement de combler les vides. L'objectif est d'obtenir davantage de pièces conformes par tôle, avec moins de pertes, de perçages et de temps de coupe. Des pièces difficiles à séparer, basculées ou déformées par la chaleur annulent le gain de matière. Évaluez le résultat selon les pièces acceptées et le travail total.

Terme	Signification	Contrôle opérateur
Tôle / plaque	Matériau de départ recevant l'imbrication.	Vérifiez type, épaisseur, dimensions réelles et surface.
Pièce	Contour extérieur fermé à produire et éventuels contours intérieurs.	Contrôlez quantité, révision et trous.
Espacement des pièces	Intervalle entre pièces voisines.	Prévoyez la place des amorces et de l'effet thermique.
Marge au bord	Distance entre la limite de tôle et la pièce la plus proche.	Tenez compte du bord ondulé, des fixations et des supports.
Angle de rotation	Orientations autorisées pour la pièce.	Respectez les sens de laminage, de brossage et du film.
Bord commun	Une seule coupe pour la limite commune de deux pièces.	Vérifiez compensation dimensionnelle et ordre du bord commun.
Pièce dans une ouverture	Placement d'une pièce dans une chute intérieure d'une grande pièce.	Coupez la pièce intérieure avant de libérer la chute qui la porte.
Squelette	Réseau de tôle restant après extraction des pièces.	Vérifiez qu'il restera solidaire au levage et au déchargement.
Chute réutilisable	Matériau utilisable conservé pour un travail suivant.	Consignez forme, orientation, épaisseur et identifiant de stock.

La largeur de saignée intervient dans la compensation ; elle diffère de l'espacement entre pièces. Vérifiez si le logiciel mesure l'intervalle entre les lignes nominales ou les parcours compensés. N'appliquez pas deux fois la compensation dans un même fichier.

5.2 Imbrication automatique et manuelle

L'imbrication automatique essaie rapidement de nombreuses dispositions. Des quantités, angles, dimensions de tôle, espacements ou marges erronés donnent rapidement un mauvais résultat. L'imbrication manuelle convient aux travaux unitaires, chutes irrégulières et surfaces avec sens imposé. Corriger manuellement le résultat automatique est souvent adapté.

Objectif : Préparez une disposition découpable en sécurité et respectant les exigences de production.

Éléments nécessaires : Dessin approuvé, liste des pièces, dimensions et caractéristiques de tôle, recette adaptée à la machine.

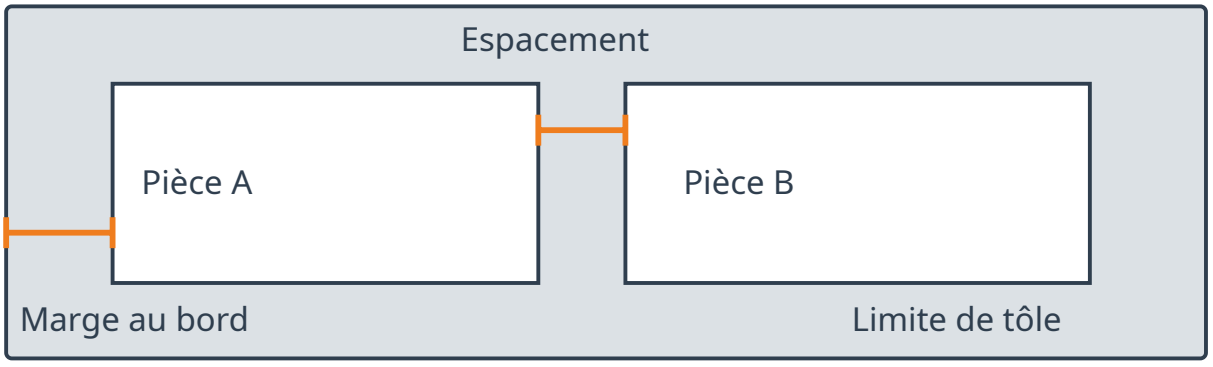
1. Terminez les contrôles de contours ouverts et de traits superposés ; suivez le chapitre 4pour le déroulement.
2. Définissez les limites réelles de la tôle. Excluez les zones défectueuses, courbes ou réservées aux fixations.
3. Attribuez à chaque pièce la quantité et les angles autorisés. Verrouillez les pièces dont la symétrie est interdite.
4. Placez d'abord les grandes pièces et celles à orientation imposée. Essayez les petites dans l'espace restant.
5. Lancez l'imbrication automatique ou déplacez les pièces manuellement. Examinez amorces, bords communs et pièces imbriquées dans les ouvertures.
6. Suivez l'ordre de coupe et les passages à vide en simulation. Comparez la quantité nette à la commande.

> **Attention**
> Ne supprimez pas le verrouillage d'orientation, les marges ou l'espacement sûr pour améliorer le rendement. Vérifiez qu'un espace vide en simulation n'est pas occupé par une fixation sur la machine.

Pourquoi ? Une erreur d'imbrication touche toute la tôle. Même si la première pièce est conforme, supports et conditions thermiques changent pour les dernières.

5.3 Espacement, marge et orientation

Pour planifier, envisagez généralement un espacement au moins égal à l'épaisseur ; sur tôle mince, 1–3 mm est une plage courante. Ce ne sont ni des paramètres de coupe ni un minimum pour tous les travaux. Amorce, cratère, accumulation thermique et supports peuvent exiger plus d'espace. N'appliquez pas directement l'espacement d'une tôle mince à une tôle épaisse.



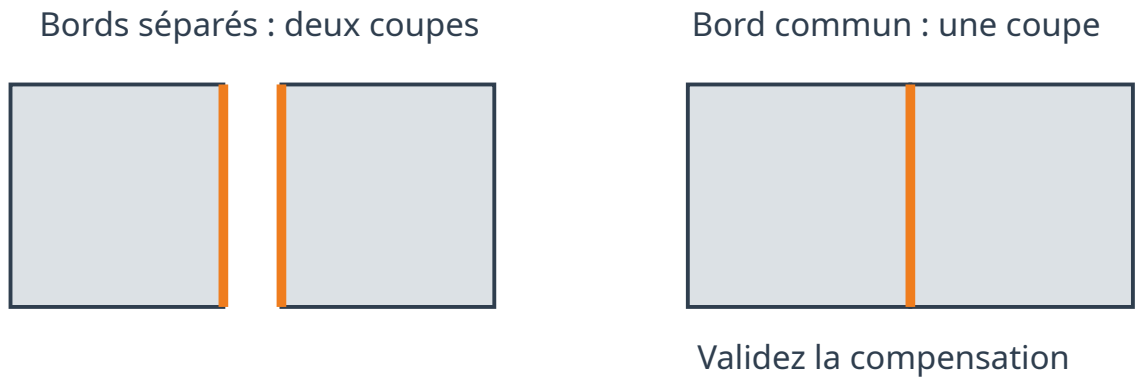
Cotes schématiques. Définissez séparément espacement et marge.

Réservez au bord de la place pour le perçage et l'amorce. Ne considérez pas un bord découpé courbe comme une limite utilisable. Plutôt qu'une marge fixe, contrôlez l'état réel du bord, le trajet de tête et la zone de travail machine.

Respectez le sens du brossage de l'inox, le sens de laminage demandé pour les pièces à plier et le sens visuel des tôles décoratives ou filmées. Limitez les angles autorisés selon les exigences du plan. Une symétrie n'est pas une rotation.

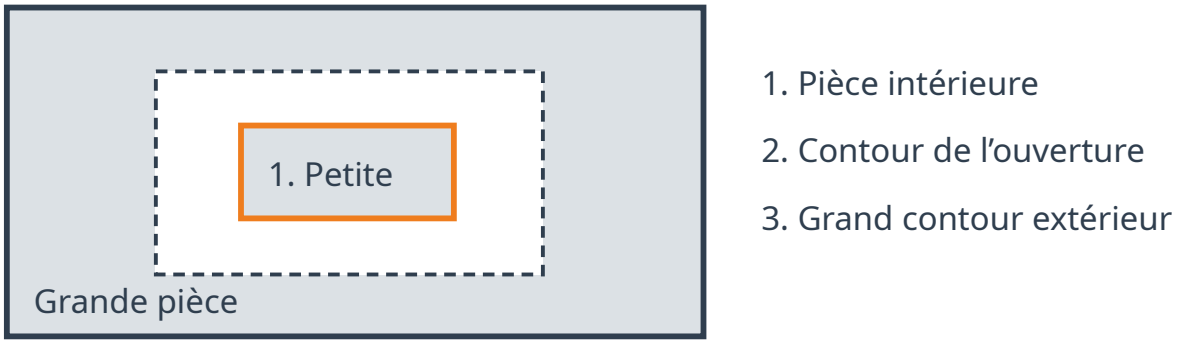
5.4 Bord commun et pièce dans une ouverture

Le bord commun peut réduire le parcours et le nombre de perçages en tôle mince. Ne superposez pas simplement deux traits indépendants ; utilisez la fonction de bord commun du logiciel. Sa compensation doit respecter les cotes des deux pièces. Mesurez d'abord un échantillon pour les tolérances serrées.



Le trait orange représente le bord coupé. Sur tôle épaisse, des coupes voisines successives concentrent la chaleur.

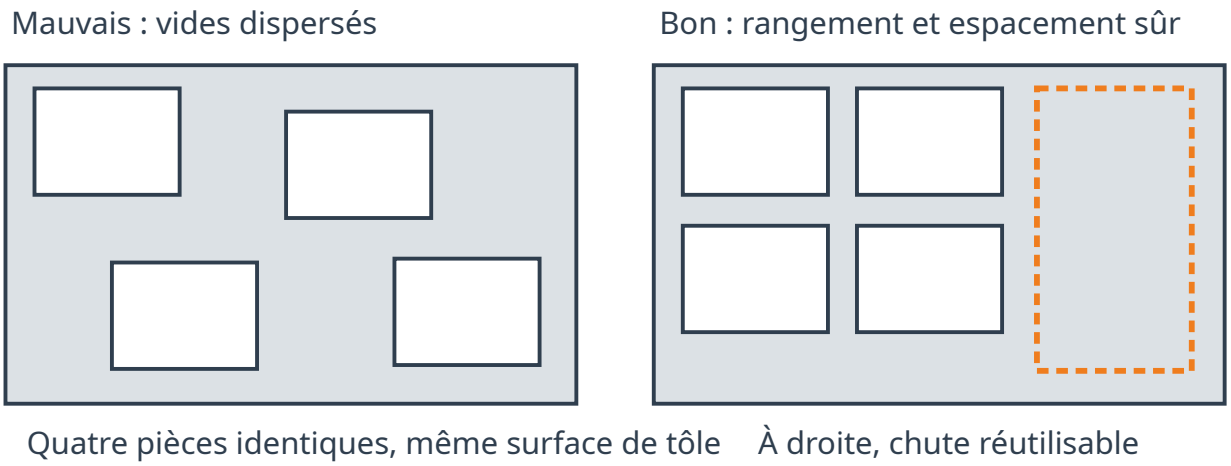
Sur tôle épaisse, le risque de réchauffement du bord commun, de brûlure d'angle et de variation dimensionnelle augmente. Comparez le gain d'imbrication à la qualité et au travail de séparation. N'utilisez pas la même disposition de bord commun pour tous les matériaux.



Vous ne pouvez plus découper la pièce intérieure après avoir libéré la chute de l'ouverture. Assurez aussi son support sur la grille.

5.5 Ordre de coupe et bonne imbrication

Découpez généralement les trous intérieurs avant le contour extérieur. Répartissez les coupes sur la tôle au lieu de chauffer successivement des zones voisines. Ne libérez pas trop tôt les pièces longues et minces. Pour empêcher la chute ou le soulèvement des petites pièces, envisagez les micro-attaches de la section 6.2.



Une même surface de pièces donne le même rendement immédiat ; la forme du reste change le gain au travail suivant. Le schéma ne donne pas l'ordre de coupe.

Le trajet à vide le plus court n'est pas toujours le plus sûr. Ne faites pas passer la tête au-dessus d'une pièce libérée. La section 6.6décrit le saut de tête, qui ne sécurise pas une pièce relevée sur le trajet. Évaluez l'intégrité du squelette jusqu'à la fin.

5.6 Enregistrer et réutiliser une chute

Objectif : Conservez la chute utilisable comme article de stock dont le matériau et les limites sont connus.

Éléments nécessaires : Système ou fiche de suivi des chutes, instrument de mesure, étiquette durable et équipement de manutention sûr.

1. Après la coupe, attendez le refroidissement. Séparez la zone utilisable du squelette coupant et fragile.
2. Consignez nuance, épaisseur, lot et orientation imposée. N'identifiez pas la nuance d'inox à son aspect.
3. Mesurez le contour extérieur ; consignez encoches et défauts. Ne vous limitez pas au rectangle englobant.
4. Attribuez le même identifiant à l'étiquette physique et au stock logiciel. Ajoutez l'emplacement de stockage.
5. Au rechargement, vérifiez orientation, référence, supports et détection capacitive. Contrôlez les limites laser désactivé.

> **Attention**
> N'utilisez pas une chute petite ou déformée au seul motif qu'elle entre sur la machine. Ne découpez pas un matériau instable ou insuffisamment supporté sur le trajet de la tête.

Pourquoi ? Une mauvaise identification du matériau compromet la commande suivante ; une mauvaise limite peut provoquer un perçage dans le vide et une collision.

5.7 Fractionnement du squelette et calcul du rendement

La coupe de fractionnement divise le réseau restant en éléments transportables. Éloignez les traits des pièces finies et des chutes à conserver. Contrôlez supports et ordre dans le logiciel ; ne provoquez pas l'effondrement prématuré du squelette. Levez les squelettes lourds avec un équipement adapté. Ne tirez

pas la tôle à la main pendant le fonctionnement.

> **Attention**
> Le squelette peut être chaud, coupant et instable. Arrêtez les mouvements, sécurisez le laser et appliquez la procédure de déchargement. Anticipez le retour élastique des bandes fines, les chutes de pièces et la dislocation au levage.

Rendement surfacique (%) = surface nette totale des pièces acceptées ÷ surface de tôle utilisée × 100. Déduisez les trous de la surface nette s'ils ne contiennent plus de matière dans le produit. Les pertes, saignées et zones inutilisées restent incluses au dénominateur.

Exemple de calcul : Une tôle mesure 1 000 × 2 000 mm, soit 2 000 000 mm². Si la surface totale des pièces acceptées, trous déduits, est de 1 500 000 mm², le rendement vaut 1 500 000 ÷ 2 000 000 × 100 = **75 %**. Ne classez pas tout le reste de 25 % en rebut ; enregistrez séparément la chute réutilisable. Ces nombres illustrent seulement le calcul de surface.

Si le logiciel utilise les surfaces des contours extérieurs, son pourcentage peut dépasser le rendement net. Comparez avec la même définition. Ajoutez au rendement matière le nombre de perçages, la longueur coupée, le temps prévu et le travail de séparation.

5.8 Logiciels d'imbrication et contrôle final

Logiciel	Utilisation	Avant d'envoyer le travail
Imbrication dans CypCut	Imbrication de base intégrée à la préparation ; fonctions selon version et licence.	Vérifiez les options automatiques et de bord commun disponibles.
CypNest	Logiciel/module d'imbrication payant distinct ; imbrication automatique et préparation des bords communs.	Vérifiez la licence et la compatibilité des fichiers avec la version de CypCut.
Lantek	Solutions d'imbrication et de programmation de découpe.	Vérifiez le convertisseur de sortie adapté à votre machine.
SigmaNEST	Regroupement des pièces, imbrication et préparation de production.	Vérifiez la compatibilité du procédé et de la commande.
ProNest	Solution utilisable, avec une configuration adaptée, pour de nombreuses machines dont Durma.	Le support de la marque ne suffit pas ; validez le postprocesseur pour le modèle et la commande.

Les menus varient selon la version ; les réglages d'imbrication, de rotation et d'espacement se trouvent généralement dans les outils de préparation. Marques et licences ne proposent pas toutes les mêmes options. Préparez la sortie avec un postprocesseur adapté, c'est-à-dire la configuration convertissant le travail en programme compris par la commande.

- Quantité, révision, orientation et matériau corrects ?
- Amorces dans la chute ? Contours intérieurs et bords communs dans le bon ordre ?
- Risque de basculement et état final du squelette vérifiés ?
- Suivi des chutes et déchargement prêts ?

Références : Le périmètre de l'imbrication et des logiciels provient du cahier des charges. Validez les espacements par essai ; pour la recette de coupe, utilisez le chapitre 9.

06

Techniques de coupe

Une même recette donne des résultats différents selon les amorces et l'ordre de coupe. Maintenez d'abord la pièce stable ; réduisez ensuite les temps de perçage, de déplacement à vide et d'angle. Validez toute nouvelle technique sur échantillon avant de l'appliquer à toute la tôle.

6.1 Choisir les amorces et les sorties

L'amorce éloigne le perçage du chant fini et conduit le faisceau au contour. La sortie gère la transition en fin de contour. Pour passer du dessin au programme, consultez le chapitre 4; choisissez ici le type selon la forme de la pièce.

Type	Cas adapté	Point à contrôler
Amorce droite	Contours simples avec une grande zone de chute.	Marque de raccordement brusque et distance du cratère.
Amorce en arc	Pièces nécessitant un raccordement plus doux au chant fini.	Arc dans la chute, sans chevaucher une pièce voisine ou un trou étroit.
Amorce tangente	Chants nécessitant un raccordement dans la direction du contour.	Prolongement tangent hors du produit et sans chaleur excessive.
Amorce courte	Ouvertures intérieures étroites.	Perçage complet et cratère hors de la surface cotée.
Sans sortie / sortie courte	Travaux où la fermeture du contour libère la pièce.	Aucun point non coupé ou encoche brûlée à nouveau en fin de contour.
Sortie en arc ou tangente	Contours permettant de reporter la marque de fin côté chute.	La sortie ne suit pas la pièce libérée et ne coupe pas un contour voisin.

Sur un contour extérieur, l'amorce reste généralement hors de la pièce ; sur un contour intérieur, dans le trou à éliminer. Examinez séparément le point de perçage et le raccordement au contour. Évitez les angles étroits, surfaces fonctionnelles cotées et micro-attaches. Une tôle épaisse peut exiger plus de place pour cratère et projections.

Évaluez longueur et vitesse d'amorce indépendamment de la coupe principale. Une amorce trop longue accroît temps et chaleur ; trop courte, elle atteint le produit avant la stabilisation de la coupe. Prenez les paramètres dans le chapitre 9 et dans le tableau d'amorce/perçage de la machine.

6.2 Micro-attaches et ponts

Une micro-attache retient la pièce au squelette en laissant une courte portion du contour non coupée. Utilisez-la pour les pièces petites, longues et minces ou situées entre les supports. Elle empêche la chute ou le soulèvement dans le trajet de tête. Sa trace sur un chant visible nécessite une finition.

Selon le logiciel, un pont désigne une liaison porteuse entre pièces ou un parcours reliant les contours. Ne vous fiez pas au seul nom ; visualisez en simulation où la matière reste et où elle est coupée. Ne confondez pas pont et micro-attache.

Décision	Approche initiale	Critère d'acceptation sur échantillon
Dimension d'attache	Choisissez la recommandation machine/logiciel selon épaisseur, résistance du matériau et poids.	Aucun soulèvement pendant la coupe, aucune déformation à la séparation.
Nombre d'attaches	Retenez une pièce longue ou instable en plusieurs points adaptés.	Le jet de gaz et la coupe finale ne doivent pas rompre les attaches.
Position	Préférez un chant droit accessible sans exigence dimensionnelle ou visuelle.	La marque d'attache ne doit pas endommager une surface fonctionnelle.
Facilité de séparation	Déterminez sur échantillon la retenue minimale sûre.	Séparation de la pièce froide avec l'outil adapté, sans déchirer le chant.

N'appliquez pas une largeur fixe à tous les matériaux. Trop fine, l'attache cède tôt ; trop large, elle augmente le travail de séparation. Vérifiez aussi les supports : une attache ne compense pas toujours un appui manquant.

> **Attention**
>
> Ne cassez pas les attaches à la main pendant le fonctionnement. Au déchargement, sécurisez le laser, attendez le refroidissement et utilisez un outil avec des gants adaptés. Orientez l'effort de rupture loin de votre visage et des autres personnes.

6.3 Angles et courbe puissance–vitesse

Si la puissance reste constante quand la tête ralentit dans un angle, l'énergie par longueur augmente. L'effet exothermique de l'oxygène peut aussi brûler l'angle. En cas de brûlure d'angle, de trou élargi ou de perte de cote, ne considérez pas seulement la vitesse en ligne droite.

La courbe puissance–vitesse règle la puissance lorsque la vitesse diminue. Une courbe de fréquence ou un réglage pulsé peut constituer une fonction distincte. Les menus varient selon la version ; les options de puissance d'angle et de puissance liée à la vitesse se trouvent généralement dans les réglages de calque ou de technologie. Respectez la plage autorisée de la source.

Une boucle d'angle prolonge le trajet côté chute pour adoucir le changement de direction. Vérifiez qu'elle n'atteint pas une pièce voisine et respecte les cotes. Pour le refroidissement, vérifiez que le laser est coupé pendant l'arrêt du mouvement et que le gaz suit la recette. Un arrêt laser actif accroît la chaleur.

- Validez d'abord buse, gaz et état de surface.
- Si le chant droit est bon, examinez puissance et mouvement dans l'angle.
- Modifiez uniquement la courbe et recoupez le même angle.
- Arrondissez uniquement si le plan l'autorise ; ne changez pas la tolérance.

6.4 Petits trous

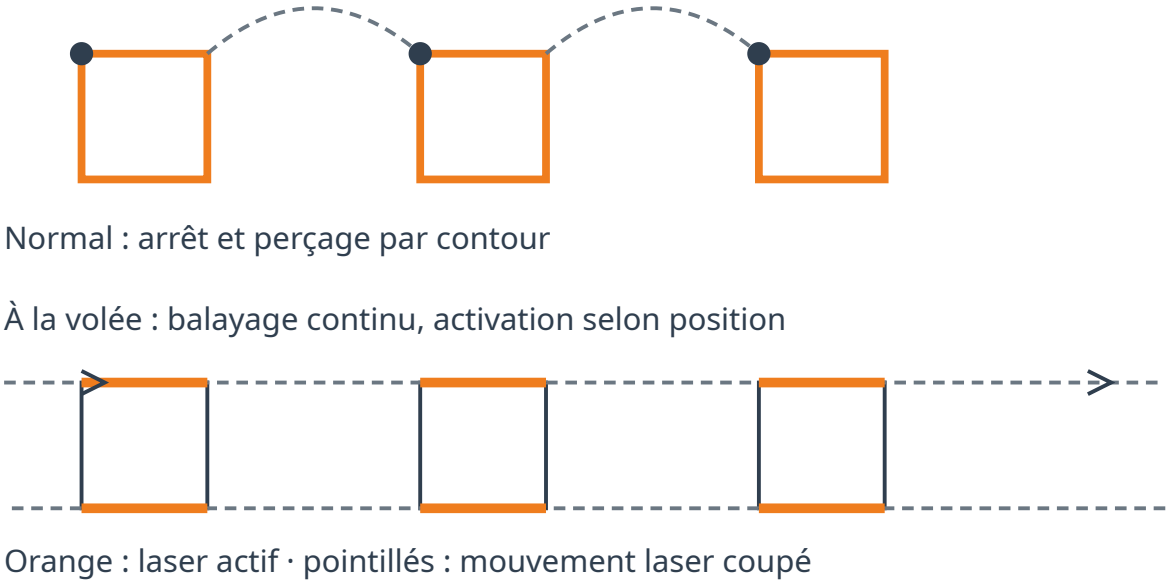
Quand le diamètre du trou est voisin de l'épaisseur ou inférieur, obtenir un trou régulier, droit et à la cote devient difficile. Ce rapport ne garantit aucune capacité. Cratère, trajet court, évacuation du gaz et accumulation d'énergie dans les angles agissent ensemble.

Un mode pulsé et une faible vitesse adaptée peuvent faire partie d'une technologie petits trous approuvée. Trop réduire la vitesse seule peut brûler et agrandir le trou ; évaluez puissance, fréquence et rapport cyclique avec la technologie concernée. Mesurez le diamètre intérieur en haut et en bas. Consignez séparément ovalisation et conicité.

Si l'amorce ne tient pas à l'intérieur, ne forcez pas le perçage sur la surface cotée. Évaluez un autre procédé autorisé par le plan ; un avant-trou repris au foret exige une validation technique. L'opérateur ne doit pas agrandir de sa propre initiative le diamètre du plan.

6.5 Coupe à la volée

La coupe à la volée active et coupe le laser aux positions requises sans arrêter la tête sur des réseaux réguliers de trous et de rectangles. Dans les applications adaptées en tôle mince, elle évite un arrêt et une attente de perçage pour chaque élément. Le perçage doit aboutir de façon fiable en mouvement ; il reste indispensable de traverser la tôle.



Principe du trajet. Seuls les balayages horizontaux sont représentés en bas ; les autres passages fermant les rectangles sont omis.

Supprimer les arrêts peut faire gagner beaucoup de temps sur une tôle mince avec de nombreuses ouvertures régulières. Ne présumez pas un pourcentage de gain ; comparez le cycle complet du même travail. Incluez chargement, nettoyage des chants et reprise des trous défectueux.

Condition	Contrôle	Risque si absente
Réseau régulier	Pas, direction et ouvertures adaptés à la technique ?	Décalage des activations ; contour incomplet.
Tôle mince et plane	Perçage stable possible en mouvement ?	Départs non coupés et adhérences inférieures.
Dynamique machine	Commande, déclenchement source et axes compatibles avec la fonction ?	Erreurs de position et de cote.
Perçage validé	Trous complètement ouverts, y compris première et dernière rangées ?	Défaut répété sur toute la tôle.

Ne forcez pas cette technique sur des trous irrégulièrement placés, de la tôle épaisse ou un programme non pris en charge. Mesurez la première rangée ; examinez départs, fins et bavures. Surveillez l'effet des projections du perçage en mouvement sur la vitre de protection.

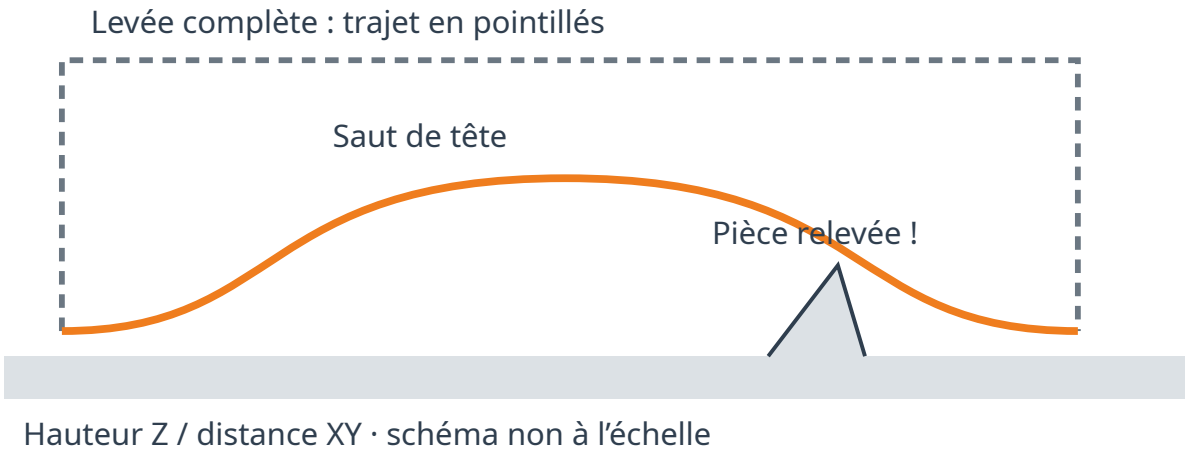
Distinguez les mouvements qui se ressemblent

Opération	Quand le laser fonctionne-t-il ?	Gain principal
Coupe de contour normale	Suit le contour après perçage et amorce ; coupé entre contours.	Parcours souple pour formes libres.
Coupe à la volée	S'active et se coupe selon la position pendant un balayage continu.	Suppression des arrêts et attentes de perçage par contour sur un réseau adapté.
Saut de tête	Coupé pendant les déplacements à vide entre contours.	Réduction du temps de montée–avance–descente à vide.
Préperçage	D'abord aux points de perçage séparés, puis sur les parcours de coupe au passage suivant.	Gestion séparée du perçage et de la coupe des contours.

La présence de toutes ces fonctions n'impose pas de les activer ensemble. Obtenez d'abord une pièce conforme par la méthode normale. Évaluez ensuite la technique prise en charge selon son effet sur le temps total et la qualité.

6.6 Saut de tête

Le saut de tête coordonne une montée et une descente courbes du Z avec le déplacement XY, au lieu d'atteindre la pleine hauteur à chaque transition. Il réduit les temps à vide. Le profil réel et les hauteurs autorisées dépendent de la commande et de la dynamique machine.



Un trajet bas peut heurter une pièce relevée. Le schéma montre le principe spatial du mouvement et non son profil temporel.

Préparez ensemble micro-attaches, ordre sûr et itinéraires de transition. Évitez surtout les pièces libérées après leur dernier contour extérieur. Ne privilégiez pas la vitesse sur une tôle ondulée ou une chute mal supportée. La simulation ne modélise pas toujours le basculement.

6.7 Préperçage, points de refroidissement et ordre

Le préperçage ouvre d'abord les points prévus, puis revient couper les contours. Il aide à gérer séparément projections et charge thermique sur tôle épaisse. Il peut accroître déplacements à vide, gaz et durée totale. Ne le confondez pas avec la coupe à la volée : il utilise des cycles de perçage distincts.

Si un point prépercé se décale, le second passage atteint de la matière pleine. Ne déplacez pas la tôle entre passages ; conservez la référence. Vérifiez que les scories de perçage, dépôts de métal fondu solidifié, ne restent pas sur le trajet de suivi. Pour les détails, consultez le chapitre 12.

Utilisez les points ou attentes de refroidissement uniquement avec une fonction approuvée de la commande. Le laser est coupé ; le gaz reste actif ou non selon la recette. Sur tôle chaude, passer à une autre zone est souvent préférable à couper immédiatement le contour voisin.

- Adaptez au travail l'ordre : contours intérieurs → petites pièces supportées → grands contours extérieurs.
- Répartissez la chaleur entre les pièces au lieu de la concentrer dans un angle.
- Surveillez séparément l'ordre des bords communs et des micro-attaches.
- Vérifiez le comportement du squelette et de la chute lors de la dernière coupe extérieure.

6.8 Introduire une nouvelle technique

Objectif : Validez le gain de temps tout en conservant la qualité.

Éléments nécessaires : Recette de base approuvée, échantillon du même matériau, instrument de mesure et fiche d'essai.

1. Découpez un échantillon selon la méthode de base. Consignez dimensions, chant, nombre de perçages et cycle.
2. Activez une seule technique. Vérifiez sa prise en charge et la simulation.
3. Contrôlez les limites laser coupé. Observez le premier petit groupe derrière les protections fermées.
4. Mesurez après refroidissement ; comparez chants supérieur/inférieur, angles et amorces.
5. En cas de risque de collision, de point non coupé ou de perte de qualité, revenez à la méthode de base. Conservez le résultat conforme comme recette révisée.

> **Attention**
>
> N'ouvrez pas la porte pour observer les mouvements et ne neutralisez pas les verrouillages. Arrêtez le cycle automatique en sécurité si l'échantillon se soulève ou présente un signe de collision.

Pourquoi ? Un temps court annoncé par le programme ne suffit pas. Le temps total et le travail par pièce acceptée doivent diminuer.

6.9 Brève note sur la coupe de tubes

Ce guide couvre les tôles planes. En coupe de tubes, axes rotatifs, mandrins, supports et traversée du faisceau vers la paroi opposée créent d'autres risques. Un logiciel distinct comme TubesT et une technologie adaptée peuvent être nécessaires. Ne transposez pas directement imbrication et recette de tôle plane aux tubes.

Références : Périmètre technique du cahier des charges ; diagnostic fondé sur le document local Linde « Laser cutting advice ». Les recettes se trouvent au chapitre 9; vérifiez les fonctions dans la version installée.

07

Choix du gaz

Le gaz d'assistance évacue le métal fondu de la saignée et influe sur la chimie du chant. Ne le choisissez pas seulement selon son prix ; évaluez matériau, exigences du chant, pression disponible et opérations suivantes.

7.1 Comment agissent oxygène, azote et air ?

Gaz	Mécanisme de coupe et chant	Configuration générale
O_2 Oxygène	L'oxydation est exothermique ; la réaction apporte de la chaleur supplémentaire. Elle laisse un chant oxydé sur l'acier doux.	Généralement basse pression, buse double couche (D), focalisation positive.
N_2 Azote	Le laser fournit l'essentiel de l'énergie ; l'azote chasse le métal fondu. Une pureté adaptée donne un chant brillant sans oxydation.	Généralement haute pression, buse simple couche (S), focalisation négative.
Air Air comprimé sec	Mélange d'azote et d'oxygène. Peut être économique et rapide en épaisseurs minces à moyennes ; le chant peut être légèrement sombre avec peu de bavures.	Compresseur, sécheur, filtres adaptés et recette air approuvée nécessaires.

O_2 : Pour l'acier doux, la famille basse pression typique est décrite à 0,5–1,5 bar. Les lignes O_2 courantes du tableau local Maxphotonics indiquent 0,6–0,9 bar. Ne les transformez pas en réglage universel ; prenez toutes les valeurs de la ligne choisie au chapitre 9. Le procédé O_2 spécial cuivre sort de cette généralisation basse pression.

Éliminez l'oxyde avant peinture ou soudage selon les exigences du travail. Peindre directement un chant oxydé peut nuire à l'adhérence. Augmenter l'oxygène ne résout pas tous les défauts ; une pression excessive peut brûler les angles et détériorer les détails fins.

N_2 : La famille haute pression générale est décrite à 8–25 bar ; le tableau local Maxphotonics indique 20 bar pour de nombreuses lignes N_2. Cette plage ne définit pas la capacité du matériel. Respectez à la fois les limites du détendeur, du circuit et de la tête et la recette machine. Le débit élevé entraîne généralement une consommation supérieure à la coupe O_2.

Air : Peut améliorer le cycle et le coût du gaz pour des travaux adaptés en épaisseurs minces à moyennes. La limite d'épaisseur dépend de la puissance. L'oxygène de l'air empêche d'obtenir le même chant sans oxydation qu'à l'azote. Faites accepter l'aspect et les exigences des opérations suivantes sur échantillon.

> **Distinguez plage et recette**
>
> Les plages générales de ce chapitre expliquent les familles de gaz. Le réglage opérateur provient de la ligne matériau–épaisseur–puissance du chapitre 9 et du tableau approuvé de la machine. Prenez buse et focalisation dans la même ligne.

7.2 Pureté et préparation de l'air comprimé

Visez une pureté O_2 d'au moins 99,95 % (3.5). Pour N_2, utilisez au moins 99,995 % ; visez 5.0 (99,999 %) pour les travaux de qualité exigeant un chant brillant/sans oxyde. Vérifiez aussi les limites d'humidité et d'hydrocarbures de la spécification Raytools BM115 : H_2O < 5 ppm, HC < 1 ppm. Évaluez ensemble certificat de fourniture et contamination du circuit ; appliquez toute exigence plus stricte du fabricant de la machine/tête.

Les **impuretés d'oxygène et d'humidité** dans l'azote peuvent provoquer oxydation et coloration du chant ; les **hydrocarbures** peuvent endommager les optiques. La pureté totale ne garantit pas seule un chant sans coloration pour tout travail.

Fournissez de l'air sec et déshuilé. La chaîne typique est **compresseur → sécheur adapté → préfiltre 1 µm → filtre fin/coalescent 0,01 µm → machine**. Disposez réservoir, purges et filtres selon le projet du fabricant du compresseur. Ces deux seuils de filtration n'éliminent pas à eux seuls toutes les vapeurs d'huile ou l'humidité ; demandez au fabricant la qualité d'air requise. ISO 8573-1:2010 exprime la qualité d'air par le triplet particules.eau.huile ; BEKO recommande la classe 1 ou 2 pour les particules et l'huile, mais faites confirmer le triplet complet requis pour votre machine par le fabricant/fournisseur de la tête.

- Vérifiez le fonctionnement du sécheur et la purge des condensats.
- Suivez l'entretien des filtres et la perte de pression ; un filtre colmaté réduit le débit malgré une forte pression au compresseur.
- Arrêtez la coupe à l'air en cas d'entraînement d'huile ou d'eau ; ne reprenez pas avant d'en éliminer la cause.
- L'huile ou l'eau atteignant la tête peut se déposer sur la vitre, la brûler et endommager les optiques.

> **Attention**
> N'utilisez ni huile ni graisse dans le circuit d'oxygène. Choisissez l'équipement pour le gaz concerné. Ne desserrez pas un raccord sous pression ; pour l'entretien, isolez et vérifiez la dépressurisation. Ventilez les espaces fermés où l'azote peut s'accumuler.

Objectifs de pureté : Linde et Messer ; limites H_2O/HC : Raytools BM115 ; classes d'air : ISO 8573-1 et BEKO. Liens sources en annexe F.

Installation pour la coupe à l'air

Écrivez le triplet ISO 8573-1 dans l'ordre particules.eau.huile. La recommandation BEKO ci-dessus couvre les particules et l'huile ; vérifiez le triplet complet, classe d'eau comprise, avec le fournisseur de la machine/tête.

Les guides fournisseurs Saidesi/GWK présentent le compresseur 16 bar comme un choix courant à ≥3 kW et indiquent une perte totale de 1,5–3 bar dans le sécheur, les filtres, le régulateur et les tuyaux. Ces chiffres proviennent de résumés de recherche ; les pertes varient selon l'installation. Vérifiez la pression pendant le débit de coupe à l'entrée machine et à un point autorisé par le fabricant côté buse ; 16 bar n'est pas un réglage de buse.

Les recommandations de sécheurs divergent : les résumés fournisseurs citent un sécheur à adsorption pour un point de rosée sous pression d'environ -40 °C et un sécheur frigorifique à 3–5 °C ; l'attribution de chaque recommandation à un fournisseur précis n'a pas été vérifiée. Choisissez le type avec le fournisseur selon la classe d'eau requise et le débit de pointe. **Règle DOKTEK — sans source primaire :** Surveillez et consignez le point de rosée sous pression ; si la limite d'acceptation est dépassée ou si le verre de protection s'embue, arrêtez la coupe à l'air et contrôlez sécheur, purges et filtres.

ISO 8573-1 · BEKO · Saidesi 16 bar · Saidesi 2026 · GWK

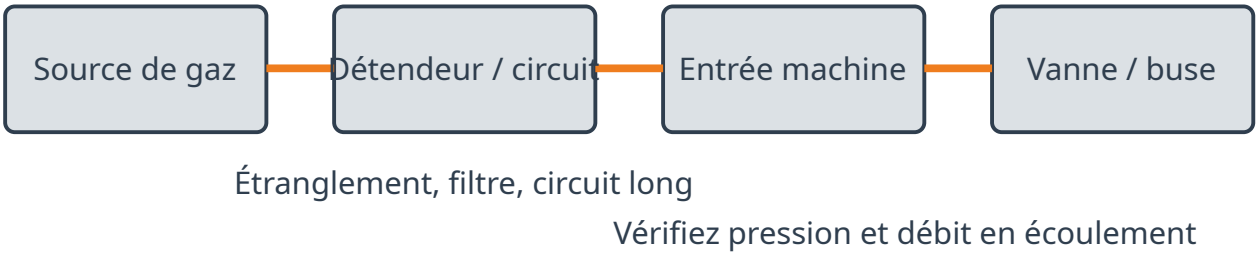
7.3 Choisir la source de gaz

Source	Investissement	Exploitation	Pureté	Pression et débit
Bouteille individuelle	Investissement initial généralement faible ; détendeur et raccordement sûr nécessaires.	Pratique à faible consommation ; changements fréquents et frais logistiques.	Selon classe du gaz acheté et propreté des raccordements.	Limités par détendeur et remplissage ; autonomie réduite à fort débit N_2.
Cadre de bouteilles	Plus d'espace et collecteur par rapport à une bouteille.	Changements moins fréquents ; transport et conditions de location importants.	Gaz certifié ; préserver la propreté du réseau.	Autonomie accrue ; circuit et détendeur toujours adaptés au débit requis.
Réservoir de liquide	Réservoir, vaporiseur et infrastructure ; selon contrat de fourniture.	À envisager à forte consommation continue ; intégrer pertes et logistique.	Définie par la classe fournie ; alimentation stable avec système adapté.	Capacité de vaporisation et pression de sortie suffisantes en continu.
Générateur N_2	Investissement initial élevé ; compresseur, traitement et éventuellement surpresseur.	Électricité, entretien et filtres ; rentabilité selon durée d'utilisation.	Le débit disponible varie avec la pureté visée ; validez par mesure.	Stockage/surpresseur parfois nécessaires pour la pression de coupe ; vérifiez les pointes.
Compresseur d'air	Investissement en compresseur, sécheur et filtres adaptés à la pression et au débit.	Coûts d'électricité, d'entretien et de traitement d'air.	La composition de l'air reste la même ; séchage et filtration déterminent sa qualité.	La plaque du compresseur ne suffit pas ; mesurez à l'entrée machine pendant la coupe.

Les niveaux d'investissement sont relatifs, sans indiquer de prix ou de délai d'amortissement. Comparez les offres selon consommation mensuelle, postes, site et contrat. Sans débit de pointe suffisant, même un réservoir plein et une forte pression statique ne garantissent pas une bonne coupe.

Ne demandez pas simplement du « gaz pour laser ». Précisez pureté, pression de travail, débits continu et instantané et nombre de machines simultanées. Indiquez dans le rapport si la pression est mesurée à la bouteille, à l'entrée machine et pendant le débit de coupe.

Distinguez pression de source et point de coupe



Une forte pression en un point ne prouve pas un débit suffisant en aval. Ce schéma n'est pas un projet d'installation de gaz.

Si la pression est normale avant coupe mais chute pendant, examinez la capacité d'alimentation : débit du détendeur, ouverture des vannes, section des flexibles, filtres colmatés, consommations simultanées. Ne dépassez pas les limites du système pour compenser le débit. Réservez les modifications au personnel autorisé en installations de gaz.

Si l'analyse du gaz est conforme à la source mais le chant coloré, examinez les mélanges possibles dans les circuits communs, vannes et raccords. N'incriminez pas seulement le fournisseur ou la recette ; consignez si les défauts touchent le début ou l'ensemble du travail.

7.4 Choix du gaz selon le matériau

Matériau	O_2	N_2	Air
Acier doux	**Recommandé :** chant oxydé accepté, surtout en tôle épaisse.	**Possible :** tôle mince adaptée et chant sans oxydation ; évaluez puissance et consommation.	**Possible :** recette validée en épaisseurs minces à moyennes et chant accepté.
Inox	**Déconseillé :** compromet les exigences de chant sans oxydation et de surface.	**Recommandé :** avec pureté suffisante pour un chant sans oxydation.	**Possible :** si coloration/oxydation et nettoyage ultérieur sont acceptés.
Acier galvanisé	**Déconseillé :** GWEIKE prévoit une option O_2 à ≥3 mm après essai sur éprouvette ; évaluez réaction du zinc et fumées.	**Recommandé :** avec aspiration et recette adaptées.	**Possible :** avec air sec, déshuilé et échantillon accepté.
Aluminium	**Déconseillé :** ce n'est pas l'approche standard de ce guide.	**Recommandé :** après validation de compatibilité source et tête.	**Possible :** si chant et bavures sont acceptés sur échantillon.

Matériau	O_2	N_2	Air
Laiton	**Déconseillé :** aucune recette standard n'est donnée ici.	**Recommandé :** sur un système validé contre les retours de faisceau.	**Possible :** uniquement avec une recette explicitement approuvée par le fabricant.
Cuivre	**Selon la source :** BWT décrit O_2 haute pression pour le cuivre pur, uniquement sur un système adapté et approuvé.	**Selon la source :** Boss Laser considère N_2 comme choix habituel ; vérifiez la recette propre à la machine.	**Déconseillé :** ne retenez pas de recette air générale dans ce guide.

« Possible »ne signifie pas valable pour toute épaisseur et puissance. Même un gaz recommandé ne dispense pas de la compatibilité matériau de la machine. Pour laiton et cuivre, appliquez l'avertissement sur les retours de faisceau de la section 10.5. Si la ligne concernée manque au chapitre 9, ne copiez pas les réglages d'un autre matériau.

Les sources divergent pour le cuivre : le fabricant chinois de sources laser BWT prescrit O_2 haute pression, tandis que le fournisseur occidental Boss Laser considère N_2 comme choix habituel. Une compilation publiée au nom d'IPG contient aussi des exemples N_2/air ; ce n'est pas une recette gaz IPG de source primaire. Ne considérez pas les gaz comme équivalents ; obtenez l'accord cuivre et une recette complète du fabricant de la source/tête.

Précautions BWT pour cuivre/aluminium à ≥10 kW : utilisez le mode onde continue (CW) à pleine puissance uniquement sur un système adapté ; choisissez la plus petite buse fonctionnelle et réduisez la vitesse de série à ≈80 % de celle de l'éprouvette réussie. Maintenez le gaz de refroidissement de buse en continu. Ces conseils ne dépassent pas les limites machine ; ne transposez pas l'O_2 haute pression du cuivre à l'acier doux.

GWEIKE · BWT

7.5 Temporisation de gaz et balayage du circuit

La temporisation permet au gaz choisi d'atteindre le point de coupe de façon stable avant le laser. Longueur de circuit, changement de gaz et débit insuffisant influent sur le résultat. L'air restant dans l'azote peut notamment colorer les premières pièces.

Objectif : Commencez avec le bon gaz et un débit stable.

Éléments nécessaires : Circuit approuvé, détendeur, manomètre adapté et fonction d'essai/balayage de la machine.

1. Vérifiez le gaz raccordé et sa réserve. Consignez sa classe.
2. Laser coupé, lancez l'essai gaz du fabricant. Vérifiez la pression à l'entrée machine pendant l'écoulement.
3. Après changement de gaz, balayez le circuit commun selon le fabricant. Chassez l'air avec le gaz de procédé.
4. Découpez un échantillon avec la temporisation approuvée. Comparez la couleur des chants de la première pièce et des suivantes.
5. Si seule la première est défectueuse, examinez temporisation et mélange dans le circuit. Si le défaut persiste, vérifiez aussi pureté, fuites et débit.

> **Attention**
> Le balayage consiste ici à faire passer le gaz par la sortie contrôlée de la machine. Ne desserrez pas un raccord sous pression pour purger. Assurez une ventilation suffisante lors de l'évacuation du gaz.

Pourquoi ? Une pression au manomètre ne prouve pas que le gaz arrive à la buse avec une pureté et un débit suffisants.

7.6 Évaluer le coût du gaz

Coût du gaz = consommation × prix unitaire. Ramenez consommation et prix à la même base volumique ; ne comparez pas directement volume standard et volume sous pression du circuit. Incluez perçage, pré-soufflage, coupe, soufflage d'attente et pertes par fuite.

Coût du gaz par pièce = coût total du gaz du travail ÷ nombre de pièces acceptées. À conditions identiques, la consommation augmente généralement avec diamètre de buse et pression. N'inventez pas de consommation en supposant une proportionnalité débit–pression ; utilisez une mesure ou les données du fournisseur/de la buse.

L'air n'est pas gratuit : électricité, séchage, filtres et entretien coûtent. Un générateur exige aussi énergie, contrôle de pureté et entretien. Évaluez dans le coût total si un gaz moins cher augmente l'ébavurage ou la préparation avant peinture.

Débit de buse et azote par mètre

À gaz et pression identiques, pour des géométries de buse similaires, le débit est approximativement proportionnel au carré du diamètre de l'orifice : $Q \propto d^2$. Passer de 1,5 mm à 2,0 mm donne $(2{,}0 \div 1{,}5)^2 = 1{,}78 \approx 1{,}8$ fois le débit. Ce n'est pas une règle de consommation fondée sur la seule puissance laser.

N_2 par mètre (L/m) = débit de buse (L/min) ÷ vitesse de coupe (m/min). Précisez la base de volume standard/normal du débit et utilisez la même base pour comparer.

Exemple de calcul — hypothèse : Prenez un débit supposé de 300 L/min et, uniquement pour ce calcul, une vitesse de 3 m/min : 300 L/min ÷ 3 m/min = 100 L/m = 0,10 m³/m. Ce n'est ni une recette de coupe ni un débit mesuré ; le calcul couvre seulement le temps de gaz ouvert en coupe. Ajoutez séparément perçage, pré-soufflage, soufflage d'attente et fuites au total du travail.

Oxywise · Arcus

7.7 Contrôle de début de poste

- Gaz adapté au matériau et aux exigences du chant sélectionné ?
- Certificat de pureté et réserve conformes ?
- Chute de pression en débit ? Restriction de filtre ou de circuit ?
- Avec l'air, sécheur et purges opérationnels ?
- Circuit balayé après changement de gaz ?
- Type/diamètre de buse, focalisation et hauteur issus de la même recette ?
- Couleur du chant et bavures du premier échantillon acceptées ?

Sources : Données locales Maxphotonics MFSC/MFMC ; Linde « Laser cutting advice » ; cahier des charges et exemple local v1 pour l'acier galvanisé. Les lignes de paramètres sont regroupées au chapitre 9.

08

Choix de la puissance

Ne choisissez pas la puissance d'après la seule pièce la plus épaisse. Matériaux réguliers, répartition des épaisseurs, chant attendu et charge par poste comptent ensemble. La puissance nominale peut différer de celle utilisée dans la recette.

8.1 Relation entre puissance, épaisseur et vitesse

En coupe par fusion à l'azote, le laser fournit l'essentiel de l'énergie de fusion. À puissance constante, la vitesse stable diminue généralement avec l'épaisseur. Une puissance supérieure, avec optiques et gaz adaptés, peut augmenter vitesse ou épaisseur usinable. Ne supposez pas que deux machines de même puissance donnent le même résultat sur tous les matériaux.

La vitesse dépend du faisceau, de la focalisation, de la buse, du débit de gaz, de la surface et des mouvements. Le cycle inclut aussi perçage, ralentissements d'angle, déplacements à vide et chargement. La vitesse d'une longue ligne droite du tableau n'est pas la vitesse moyenne de production d'une pièce à petits trous.

Ne compensez pas une vitre sale, un manque de gaz ou un décentrage par la puissance. Validez d'abord le système ; pour le diagnostic, utilisez la section 13.1.

85 % de la vitesse basse du tableau sert au premier essai (règle DOKTEK — sans source primaire) ; à ≥10 kW sur matériau épais ou réfléchissant, utilisez ≈80 % de la vitesse validée sur éprouvette pour la série. Les 85 % préparent le premier essai depuis le tableau, les 80 % donnent une marge en série depuis une éprouvette réussie ; ne cumulez pas les deux coefficients sur la vitesse du tableau. BWT vise directement le cuivre/aluminium à ≥10 kW ; l'extension aux matériaux épais est une règle DOKTEK — sans source primaire.

BWT

8.2 Lire le résumé des épaisseurs maximales

Cette liste ne garantit pas la capacité. « Production » : épaisseur source maximale hors ◆ ; « Essai » : maximum avec ◆. ★ indique des données dérivées.

Puissance	Acier doux		Inox		Acier galvanisé		Aluminium		Laiton		Cuivre	
	Production mm	Essai mm	Production mm	Essai mm	Production mm	Essai mm	Production mm	Essai mm	Production mm	Essai mm	Production mm	Essai mm
1 kW	12	12	6	6	6 ★	6 ★	3	3	3	3	—	—
1,5 kW	16	16	8	8	6 ★	6 ★	5	5	4	4	—	—
2 kW	20	20	8	8	6 ★	6 ★	6	6	4	4	—	—
3 kW	20	20	10	10	—	5	8	8	6	6	—	—
4 kW	22	25	12	16	6 ★	6 ★	10	12	8	8	4	4
6 kW	25	40	22	35	6 ★	6 ★	20	20	12	20	6	8
8 kW	25 ★	40 ★	22 ★	35 ★	6 ★	6 ★	20 ★	20 ★	12 ★	16 ★	6 ★	8 ★
10 kW	25 ★	40 ★	22 ★	35 ★	6 ★	6 ★	20 ★	20 ★	12 ★	16 ★	6 ★	8 ★
12 kW	35	40	30	40	6 ★	6 ★	40	40	16	16	10	10
15 kW	50	50	50	50	6 ★	6 ★	50	50	20	20	10	10
20 kW	50 ★	50 ★	30 ★	50 ★	6 ★	6 ★	30	60	20	20	10	12
30 kW	50	80	35	100	6 ★	6 ★	—	—	—	—	—	—

Cette zone résume les épaisseurs par puissance et matériau à partir des données du chapitre 9. **L'épaisseur maximale**ne garantit pas une qualité de chant et une vitesse identiques en production continue. Lisez ensemble matériau et gaz ; une donnée manquante n'indique ni capacité nulle ni capacité illimitée.

Objectif : Évaluez la capacité résumée avec la recette complète et les conditions réelles de production.

Éléments nécessaires : Résumé automatique, ligne complète du chapitre 9, caractéristiques machine et échantillon du même matériau.

1. Repérez d'abord la puissance de source et la bonne colonne matériau.
2. Pour l'épaisseur du résumé, consultez la ligne complète du chapitre 9.
3. Lisez ensemble gaz, puissance, buse, focalisation et hauteur. Vérifiez l'adéquation des optiques et de la source à votre machine.
4. ★ désigne une valeur calculée par DOKTEK ; ◆ désigne une « valeur d'essai, non destinée à la production en série ».
5. Mesurez perçage, continuité de coupe et qualité de chant sur échantillon. Choisissez selon les pièces acceptées.

> **Attention**
> Ne prenez pas l'épaisseur maximale du résumé comme objectif quotidien. La série exige une stabilité selon le lot, les contours longs, le nombre de perçages et l'infrastructure gaz. Une ligne d'essai n'est pas une garantie de production.

Pourquoi ? Le résumé facilite le choix ; les conditions de gaz, d'optique et de perçage déterminant la qualité figurent dans la recette complète.

8.3 Tôle mince : puissance et dynamique machine

Augmenter la puissance n'accroît pas toujours proportionnellement la production en tôle mince. Petites pièces et angles fréquents empêchent les axes d'atteindre une grande vitesse. L'accélération, le traitement du parcours et la commutation laser limitent alors le cycle.

Une forte puissance peut rester utile sur de longues droites ou en coupe azote adaptée. Mais pour des pièces uniquement petites et minces, comparez les cycles réels plutôt que les puissances nominales. Coupe à la volée et optimisation de l'imbrication influent aussi ; consultez la section 6.5.

Comparez les offres sur le même dessin, matériau, gaz et critère qualité. Relevez séparément chargement, perçage, coupe et déchargement. Ne remplacez pas le temps total de production par la vitesse maximale en ligne droite.

8.4 Acier doux épais sous O_2 et structure du faisceau

Sous oxygène, la réaction chimique apporte de la chaleur. Sur acier doux épais, trop de puissance laser peut élargir la saignée et accentuer les brûlures. Certaines recettes utilisent donc moins que la puissance disponible. La baisse de puissance dans les lignes O_2 épaisses du tableau local Maxphotonics ne doit pas être considérée comme une coquille.

Cette baisse n'est pas une formule applicable à toutes les épaisseurs. Une ligne O_2 plus mince peut utiliser une forte puissance avec une autre technologie de buse/focalisation. Ne sélectionnez pas seulement vitesse ou puissance ; conservez toute la ligne. Une source puissante ne fonctionne pas

forcément à pleine puissance en O_2 épais.

Exemple de faisceau / sortie	Tendance générale	Contrôle pour le choix
Module unique, fibre de sortie 50 µm	Avec une qualité de faisceau adaptée, foyer fin et forte densité d'énergie ; avantage possible en vitesse sur tôle mince.	Mesurez cycle réel et qualité des petits détails sur le programme mince.
Multimodule, fibre de sortie 100 µm	Avec des optiques adaptées, zone de procédé plus large ; contribution possible à un chant stable en tôle épaisse.	Validez perçage et continuité des coupes longues en tôle épaisse.

50 et 100 µm désignent ici le diamètre du cœur de fibre de sortie, pas directement celui du foyer sur la tôle. Ces diamètres ne correspondent pas systématiquement aux architectures mono/multimodules. Lentilles, qualité du faisceau et tête déterminent le résultat. Ne généralisez pas les conditions optiques du tableau local Max à toutes les séries.

8.5 Liste de contrôle pour choisir la puissance

- **Répartition des matériaux :** Établissez la part d'acier doux, inox, acier galvanisé, aluminium, laiton et cuivre. Validez séparément la compatibilité avec les matériaux réfléchissants.
- **Répartition des épaisseurs :** Distinguez les épaisseurs fréquentes des rares travaux épais. Basez-vous sur les travaux consommant les heures de production.
- **Forme des pièces :** Longues droites ou petits trous et angles dominants ? Évaluez la dynamique en conséquence.
- **Postes :** Consignez cycles quotidiens, nombre de perçages et arrêts planifiés. Réussir un échantillon ne démontre pas la capacité d'un poste continu.
- **Gaz :** Choisissez O_2, N_2 ou air pour la qualité attendue. Vérifiez pression/débit disponibles et coût du gaz.
- **Acceptation :** Comparez sur le même dessin dimensions haut/bas, bavures, oxydes et temps de finition.

Consignez modèle de source, tête, optiques, gaz et recette d'échantillon en plus de la puissance. Vous pourrez ainsi réévaluer le même travail dans les mêmes conditions.

Source : Le tableau local Maxphotonics MFSC/MFMC exige une lecture conjointe de la puissance et des optiques. La comparaison 50/100 µm est une explication générale du cahier des charges, pas une revendication de capacité par produit.

8.6 Travailler avec 12–30 kW

Distinguez deux familles de recettes O_2

Sur acier doux épais, la famille focalisation positive/puissance réduite peut rester autour de 2 m/min ; la famille focalisation négative/pleine puissance emploie une autre buse, hauteur et pression. Exemples GYC ci-dessous ; les deux premières lignes concernent des épaisseurs différentes et ne mesurent pas directement un gain de vitesse. Les focalisations sont les valeurs de commande de la source ; voir section 11.1 pour le passage à la surface. Ne copiez pas une valeur isolée entre familles.

Source/épaisseur	Puissance · vitesse	O_2 · buse	Focalisation · hauteur
GYC 12 kW / 10 mm, positive	7200 W · 2,2–2,4 m/min	0,6 bar · 1.2E	+8 mm · 0,8 mm

Source/épaisseur	Puissance · vitesse	O_2 · buse	Focalisation · hauteur
GYC 12 kW / 12 mm, négative	12000 W · 3–3,5 m/min	1,0 bar · 1.6SP	-10 mm · 1,5 mm
GYC 20 kW / 12 mm, négative	20000 W · 3,2–3,5 m/min	1,0 bar · 1.6SP	-10 mm · 1,5 mm

GYC

Mélanges N_2 et coupe à l'air à forte puissance

The Fabricator rapporte qu'un ajout habituel de 1,5–5 % d'O_2 au N_2 apporte de la chaleur de réaction qui peut aider à évacuer le métal fondu vers le bas. Les notes ne le vérifient que par un extrait de recherche ; ne l'assimilez pas à un chant N_2 sans oxyde. Validez le mélange sur éprouvette avec accord pour le réseau gaz et la machine ; ne transposez pas directement les réglages de gaz pur.

Les auteurs IPG rapportent ≈2 m/min pour l'acier doux de 16 mm sous O_2 entre 10 et 30 kW, contre >9 m/min à l'air à 30 kW. Pour l'acier doux de 20 mm sans bavures à l'air, ils indiquent >16 bar à 15 kW et 10–12 bar à ≥20 kW. Ces résultats relèvent du montage d'essai IPG ; ils ne remplacent pas les limites de pression, qualité d'air ou tête de votre machine.

The Fabricator · IPG / Laser Focus World

Échauffement, suivi de hauteur et nettoyage des lames

La note Chuangxin sur l'acier épais à forte puissance souligne l'échauffement de buse. Pour le cuivre/aluminium à ≥10 kW, BWT décrit la chaîne échauffement de buse → dérive du capteur capacitif → variation de hauteur en coupe continue ; il recommande ≈80 % de la vitesse d'éprouvette en série, un gaz de refroidissement de buse continu et le refroidissement à eau de l'optique. Raytools BM115 prescrit N_2 ou air filtré sous 1 bar pour refroidir la buse et interdit O_2. Ne généralisez pas cet exemple aux autres têtes ; suivez votre propre manuel.

Enlevez régulièrement les scories des lames de support (slats) ; contrôlez appui et passages libres. The Fabricator signale des scories N_2 plus dures à forte puissance, pouvant accroître le nettoyage ; les notes ne vérifient cette affirmation que par extrait de recherche. Fixez les intervalles de nettoyage/remplacement selon l'accumulation réelle.

Chuangxin / Laserfair · BWT · Raytools BM115 · The Fabricator

Si la coupe se dégrade après quelques minutes

But : isoler la cause d'une bonne éprouvette froide qui se dégrade avec l'échauffement. Nécessaire : dernière recette réussie, fiche d'essai, manuel de tête et état sûr de contrôle. La séquence suivante est une règle DOKTEK — sans source primaire ; le mécanisme thermique et la dérive proviennent de BWT/Chuangxin.

1. Arrêtez en sécurité. Contrôlez signes d'échauffement, orifice et centrage de buse ; vérifiez le gaz de refroidissement continu et le refroidissement à eau tête/optique.
2. Contrôlez buse/céramique et étalonnage capacitif. Laser éteint, comparez hauteur réelle et affichée par la méthode approuvée ; ne masquez pas la dérive en modifiant la focalisation.
3. Inspectez verre de protection, pression/débit de gaz en écoulement et scories sur les lames. Après correction, faites un essai long sur le même matériau.
4. À ≥10 kW sur pièce épaisse/réfléchissante, validez la stabilité en série à ≈80 % de la vitesse d'éprouvette réussie ; l'extension aux matériaux épais est une règle DOKTEK. Réglez un seul paramètre une fois matériel et état thermique stabilisés.

Attention

ne touchez pas une buse chaude ; ne désactivez ni refroidissement ni protections. Arrêtez l'essai en cas d'alarme, de projections fortes ou de coupe incomplète.

Pourquoi ? Une hauteur de buse modifiée par la chaleur change l'action de l'énergie et du gaz sur la tôle à valeur de focalisation identique ; une bonne éprouvette froide ne prouve pas la stabilité en série.

09

Tableaux de paramètres de coupe

Choisissez ensemble puissance, matériau, épaisseur et gaz. Ces tableaux préparent le premier essai ; la recette approuvée par le fabricant de la machine reste prioritaire.

9.0 Comment lire les tableaux ?

Chaque ligne est une recette. Saisissez ensemble pression, buse, hauteur de buse, focalisation, puissance et vitesse. Ne combinez pas la vitesse d'une ligne avec la buse ou le gaz d'une autre. Deux gaz ou recettes à la même épaisseur correspondent à des conditions distinctes. La puissance est celle de coupe réelle ; elle peut être inférieure à la puissance nominale du tableau.

1. Vérifiez la puissance et le cœur de fibre. Comparez la tête/optique du cadre des conditions avec votre équipement.
2. Trouvez l'épaisseur réelle dans le groupe matériau/gaz. N'ajoutez pas d'épaisseur absente.
3. Coupez une éprouvette à la vitesse initiale : limite basse du fabricant × 0,85, arrondie à l'impression selon sa grandeur.
4. Si chants, cotes et bavures conviennent, augmentez la vitesse par pas de 5–10 %. La vitesse max. indique la plage du fabricant ou une valeur ★ interpolée, sans garantie de vitesse de production.
5. Si la coupe est instable, arrêtez et contrôlez gaz et optique. Changez un seul paramètre par essai et notez le résultat.

! ★ et ◆ ont des sens différents

★ indique une valeur dérivée par DOKTEK ou calculée entre puissances voisines. ◆ indique un essai, une limite de capacité ou une référence de recette incomplète ; pas pour la production en série. Les deux signes peuvent figurer sur une ligne. Leur absence ne garantit pas la capacité de production.

Règle galvanisé ★ : Jusqu'à 6 mm, prenez la vitesse acier doux N_2/air à la même épaisseur × 0,85. Si cette ligne manque, prenez la vitesse inox N_2 × 0,95. Copiez les autres réglages de la ligne choisie ; le gaz est indiqué N_2/air. N'ajoutez pas d'épaisseur sans ligne source. Si la source prévoit seulement N_2, testez l'air séparément ; ne supposez pas de résultat équivalent. Ces coefficients sont des estimations DOKTEK, pas des mesures publiées. Le tableau galvanisé à 3 kW fait exception : il utilise les lignes GWEIKE N_2 à 1–2 mm et O_2 à 3/5 mm. Buse/hauteur non précisées (—) : références ◆ incomplètes, pas des recettes complètes. O_2 peut brûler le zinc et le revêtement ; accord du fabricant et essai sur éprouvette requis.

Différences d'équipement : Diamètre du cœur, qualité du faisceau, rapport optique, tête, débit de gaz et qualité de tôle influencent le résultat. Une même puissance nominale W ne donne pas automatiquement la même recette entre Raycus, Maxphotonics (Max), IPG ou Reci. Vérifiez les exigences optiques et de buse des têtes Raytools, Precitec, BOCI ou Au3tech.

Focalisation : Position physique : + au-dessus de la surface, – dans la matière. Les valeurs Raytools/CypCut du tableau se réfèrent à la pointe de buse : focalisation par rapport à la surface ≈ valeur de commande + hauteur de buse. 0 + 1 mm → ≈1 mm au-dessus ; -1 + 1 mm → à la surface. Vérifiez la référence dans le manuel de votre commande ; section 11.1. Les valeurs positives non signées reçoivent +. S : simple couche ; D : double couche ; les diamètres séparés par « / » sont des alternatives.

Interpolation : Pour 8 et 10 kW, utilisez 6–12 kW ; pour l'acier doux/inox à 20 kW, utilisez 15–30 kW. Interpolez linéairement les vitesses basses et hautes séparément, sur les lignes matériau/gaz/épaisseur communes. Les réglages auxiliaires viennent du voisin supérieur. W vient du voisin supérieur, limité à la puissance nominale cible ; ce choix porte aussi ★. N'interpolez pas de recettes multiples ambiguës pour une même clé.

Voir data/veri_raporu.md pour les blocs corrigés et les sources par ligne. La ligne laiton 6 mm à 12 kW est désormais disponible à 9–11 m/min dans la source 100 µm. Le bloc aluminium 6 kW est remplacé par le bloc 100 µm ; les anciennes lignes « 2000/98 » ne sont plus utilisées. Les lignes 6 kW O_2 à 30–40 mm et inox à 25–35 mm sont des limites de capacité ◆.

85 % de la vitesse basse du tableau sert au premier essai (règle DOKTEK — sans source primaire) ; à ≥10 kW sur matériau épais ou réfléchissant, utilisez ≈80 % de la vitesse validée sur éprouvette pour la série. Les 85 % préparent le premier essai depuis le tableau, les 80 % donnent une marge en série depuis une éprouvette réussie ; ne cumulez pas les deux coefficients sur la vitesse du tableau. BWT vise directement le cuivre/aluminium à ≥10 kW ; l'extension aux matériaux épais est une règle DOKTEK — sans source primaire.

BWT

‡ Focalisation positive : le tableau source la donne ainsi ; Bodor/GYC décrivent une focalisation négative ou proche de zéro sous N_2 — vérifiez sur la machine. Le signe concerne les lignes N_2 et N_2/air dont le premier nombre de focalisation est positif.

Bodor · GYC

9.1 1 kW (1000 W)

SOURCE / CŒUR	TÊTE / OPTIQUE	PURETÉ DU GAZ	AIR COMPRIMÉ
Maxphotonics MFSC-1000 · 50 µm	Raytools · 100/125	O_2 ≥ 99,95 % (3.5) · N_2 ≥ 99,995 % ; travaux de qualité : 5.0 (99,999 %) · H_2O < 5 ppm · HC < 1 ppm	Sec, sans huile · filtre 0,01 µm

Épaisseur mm	Gaz	Pression bar	Buse type · Ø mm	Hauteur mm	Focalisation mm	Puissance W	Vitesse initiale m/min	Vitesse max. m/min
Acier doux Suivez le gaz et la puissance de chaque ligne.								
1	N_2	20	S1,0	0,5	0 / -1	1000	**20**	24 – 26
2	O_2	0,6 – 0,9	D1,0	0,8	+4,5 / +5,5	1000	**6,8**	8 – 9
3	O_2	0,6 – 0,9	D1,0	0,8	+4,5 / +5,5	1000	**2,4**	2,8 – 3
4	O_2	0,6 – 0,9	D2,5	1,5	+2 / +3	1000	**1,9**	2,2 – 2,4
5	O_2	0,6 – 0,9	D3,0	1,5	+2 / +3	1000	**1,3**	1,5 – 1,7
6	O_2	0,6 – 0,9	D3,0	1,5	+2 / +3	1000	**1,0**	1,2 – 1,4
8	O_2	0,6 – 0,9	D3,0	1,5	+2 / +3	1000	**0,85**	1 – 1,1
10	O_2	0,6 – 0,9	D3,0	1,5	+2 / +3	1000	**0,64**	0,75 – 0,85
12	O_2	0,6 – 0,9	D3,0	1,5	+2 / +3	1000	**0,51**	0,6 – 0,65
Inox N_2 ; air si une ligne source existe.								
1	N_2	20	S1,0 / S1,2 / S1,5	0,5	0 / -1	1000	**18**	21 – 23
2	N_2	20	S1,5 / S2,0	0,5	-1,5 / -2	1000	**5,5**	6,5 – 7
3	N_2	20	S2,0 / S2,5 / S3,0	0,5	-2,5 / -3	1000	**2,0**	2,3 – 2,5
4	N_2	20	S3,0	0,5	-3,5 / -4	1000	**0,68**	0,8 – 1
5	N_2	20	S3,5 / S4,0	0,5	-3,5 / -4	1000	**0,51**	0,6 – 0,7
6	N_2	20	S3,5 / S4,0	0,5	-5 / -5,5	1000	**0,43**	0,5 – 0,6
Acier galvanisé ★ Acier doux N_2/air × 0,85 ; sinon inox N_2 × 0,95. Jusqu'à 6 mm.								
1 ★	N_2 / Air	20	S1,0	0,5	0 / -1	1000	**17**	20 – 22
2 ★	N_2 / Air	20	S1,5 / S2,0	0,5	-1,5 / -2	1000	**5,2**	6,2 – 6,7
3 ★	N_2 / Air	20	S2,0 / S2,5 / S3,0	0,5	-2,5 / -3	1000	**1,9**	2,2 – 2,4
4 ★	N_2 / Air	20	S3,0	0,5	-3,5 / -4	1000	**0,65**	0,76 – 0,95
5 ★	N_2 / Air	20	S3,5 / S4,0	0,5	-3,5 / -4	1000	**0,48**	0,57 – 0,67
6 ★	N_2 / Air	20	S3,5 / S4,0	0,5	-5 / -5,5	1000	**0,40**	0,48 – 0,57
Aluminium Forte réflectivité ; vérifiez source/tête.								
1	N_2	20	S1,0 / S1,2 / S1,5	0,5	-0,5 / -1	1000	**16**	19 – 21
2	N_2	20	S1,5 / S2,0	0,5	-1 / -1,5	1000	**3,8**	4,5 – 5
3	N_2	20	S2,0 / S2,5 / S3,0	0,5	-2,5 / -3	1000	**1,5**	1,8 – 2
Laiton Forte réflectivité.								
1	N_2	20	S1,0 / S1,2 / S1,5	0,5	0 / -0,5	1000	**14**	16 – 18
2	N_2	20	S1,5 / S2,0	0,5	-1 / -1,5	1000	**2,6**	3 – 3,5
3	N_2	20	S2,0 / S2,5 / S3,0	0,5	-2 / -2,5	1000	**0,94**	1,1 – 1,3

S buse simple couche · D double couche + / – valeur de commande : vérifiez la référence à la pointe de buse ★ DOKTEK : dérivé/interpolé

◆ essai ; pas de production en série

‡ Focalisation positive : le tableau source la donne ainsi ; Bodor/GYC décrivent une focalisation négative ou proche de zéro sous N_2 — vérifiez sur la machine. Le signe concerne les lignes N_2 et N_2/air dont le premier nombre de focalisation est positif.

Source des données : Maxphotonics MFSC/MFMC; https://www.forum.linuxcnc.org/media/kunena/attachments/22451/null.pdf; ★ DOKTEK : dérivé/interpolé ; ◆ Essai / limite de capacité / référence de recette incomplète ; pas pour la production en série.

Cuivre: Aucune ligne source ; consultez le fabricant.

9.2 1,5 kW (1500 W)

SOURCE / CŒUR	TÊTE / OPTIQUE	PURETÉ DU GAZ	AIR COMPRIMÉ
Maxphotonics MFSC-1500 · 50 µm	Raytools · 100/125	O_2 ≥ 99,95 % (3.5) · N_2 ≥ 99,995 % ; travaux de qualité : 5.0 (99,999 %) · H_2O < 5 ppm · HC < 1 ppm	Sec, sans huile · filtre 0,01 µm

Épaisseur mm	Gaz	Pression bar	Buse type · Ø mm	Hauteur mm	Focalisation mm	Puissance W	Vitesse initiale m/min	Vitesse max. m/min
Acier doux Suivez le gaz et la puissance de chaque ligne.								
1	N_2	20	S1,0	0,5	0 / -1	1500	**29**	34 – 37
2	O_2	0,6 – 0,9	D1,0	0,8	+4,5 / +5,5	1500	**10**	12 – 14
3	O_2	0,6 – 0,9	D1,0	0,8	+4,5 / +5,5	1500	**2,5**	2,9 – 3,2
4	O_2	0,6 – 0,9	D1,0	0,8	+4,5 / +5,5	1500	**2,0**	2,4 – 2,6
5	O_2	0,6 – 0,9	D3,0	1,5	+2 / +3	1500	**1,5**	1,8 – 2
6	O_2	0,6 – 0,9	D3,0	1,5	+2 / +3	1500	**1,4**	1,6 – 1,8
8	O_2	0,6 – 0,9	D3,0	1,5	+2 / +3	1500	**0,94**	1,1 – 1,3
10	O_2	0,6 – 0,9	D3,0	1,5	+2 / +3	1500	**0,77**	0,9 – 1
12	O_2	0,6 – 0,9	D3,0	1,5	+2 / +3	1500	**0,68**	0,8 – 0,9
14	O_2	0,6 – 0,9	D4,0	1,5	+2 / +3	1500	**0,51**	0,6 – 0,7
16	O_2	0,6 – 0,9	D4,0	1,5	+2 / +3	1500	**0,43**	0,5 – 0,6
Inox N_2 ; air si une ligne source existe.								
1	N_2	20	S1,0 / S1,2 / S1,5	0,5	0 / -1	1500	**27**	32 – 35
2	N_2	20	S1,5 / S2,0	0,5	-1,5 / -2	1500	**7,7**	9 – 10
3	N_2	20	S2,0 / S2,5 / S3,0	0,5	-2,5 / -3	1500	**3,6**	4,2 – 4,5
4	N_2	20	S3,0	0,5	-3,5 / -4	1500	**1,8**	2,1 – 2,3
5	N_2	20	S3,5 / S4,0	0,5	-3,5 / -4	1500	**1,4**	1,6 – 1,8
6	N_2	20	S3,5 / S4,0	0,5	-5 / -5,5	1500	**0,85**	1 – 1,2
8	N_2	20	S4,0	0,5	-6 / -7	1500	**0,43**	0,5 – 0,6
Acier galvanisé ★ Acier doux N_2/air × 0,85 ; sinon inox N_2 × 0,95. Jusqu'à 6 mm.								
1 ★	N_2 / Air	20	S1,0	0,5	0 / -1	1500	**25**	29 – 31
2 ★	N_2 / Air	20	S1,5 / S2,0	0,5	-1,5 / -2	1500	**7,3**	8,6 – 9,5
3 ★	N_2 / Air	20	S2,0 / S2,5 / S3,0	0,5	-2,5 / -3	1500	**3,4**	4 – 4,3
4 ★	N_2 / Air	20	S3,0	0,5	-3,5 / -4	1500	**1,7**	2 – 2,2
5 ★	N_2 / Air	20	S3,5 / S4,0	0,5	-3,5 / -4	1500	**1,3**	1,5 – 1,7
6 ★	N_2 / Air	20	S3,5 / S4,0	0,5	-5 / -5,5	1500	**0,81**	0,95 – 1,1
Aluminium Forte réflectivité ; vérifiez source/tête.								
1	N_2	20	S1,0 / S1,2 / S1,5	0,5	-0,5 / -1	1500	**26**	30 – 32
2	N_2	20	S1,5 / S2,0	0,5	-1 / -1,5	1500	**6,8**	8 – 9
3	N_2	20	S2,0 / S2,5 / S3,0	0,5	-2,5 / -3	1500	**3,2**	3,8 – 4,2
4	N_2	20	S3,0	0,5	-3,5 / -4	1500	**1,7**	2 – 2,2
5	N_2	20	S3,5 / S4,0	0,5	-3,5 / -4	1500	**0,68**	0,8 – 1
Laiton Forte réflectivité.								
1	N_2	20	S1,0 / S1,2 / S1,5	0,5	0 / -0,5	1500	**21**	25 – 27

Épaisseur mm	Gaz	Pression bar	Buse type · Ø mm	Hauteur mm	Focalisation mm	Puissance W	Vitesse initiale m/min	Vitesse max. m/min
2	N_2	20	◯ **S1,5 / S2,0**	0,5	-1 / -1,5	1500	**6,0**	7 – 8
3	N_2	20	◯ **S2,0 / S2,5 / S3,0**	0,5	-2 / -2,5	1500	**2,3**	2,7 – 3
4	N_2	20	◯ **S3,0**	0,5	-3 / -3,5	1500	**1,3**	1,5 – 1,7

S buse simple couche · D double couche + / – valeur de commande : vérifiez la référence à la pointe de buse ★ DOKTEK : dérivé/interpolé

◆ essai ; pas de production en série

‡ Focalisation positive : le tableau source la donne ainsi ; Bodor/GYC décrivent une focalisation négative ou proche de zéro sous N_2 — vérifiez sur la machine. Le signe concerne les lignes N_2 et N_2/air dont le premier nombre de focalisation est positif.

Source des données : Maxphotonics MFSC/MFMC; https://www.forum.linuxcnc.org/media/kunena/attachments/22451/null.pdf; ★ DOKTEK : dérivé/interpolé ; ◆ Essai / limite de capacité / référence de recette incomplète ; pas pour la production en série.

Cuivre: Aucune ligne source ; consultez le fabricant.

9.3 2 kW (2000 W)

SOURCE / CŒUR	TÊTE / OPTIQUE	PURETÉ DU GAZ	AIR COMPRIMÉ
Maxphotonics MFMC-2000 · 50 µm	Raytools · 100/200	O_2 ≥ 99,95 % (3.5) · N_2 ≥ 99,995 % ; travaux de qualité : 5.0 (99,999 %) · H_2O < 5 ppm · HC < 1 ppm	Sec, sans huile · filtre 0,01 µm

Épaisseur mm	Gaz	Pression bar	Buse type · Ø mm	Hauteur mm	Focalisation mm	Puissance W	Vitesse initiale m/min	Vitesse max. m/min
Acier doux Suivez le gaz et la puissance de chaque ligne.								
3	O_2	0,6 – 0,9	D1,0	0,8	+4,5 / +5,5	2000	**2,6**	3 – 3,2
6	O_2	0,6 – 0,9	D3,0	1,5	+2 / +3	2000	**1,7**	2 – 2,2
8	O_2	0,6 – 0,9	D3,0	1,5	+2 / +3	2000	**1,1**	1,3 – 1,5
10	O_2	0,6 – 0,9	D3,0	1,5	+2 / +3	2000	**0,77**	0,9 – 1
12	O_2	0,6 – 0,9	D3,0	1,5	+2 / +3	2000	**0,68**	0,8 – 0,9
14	O_2	0,6 – 0,9	D4,0	1,5	+2 / +3	2000	**0,60**	0,7 – 0,8
16	O_2	0,6 – 0,9	D4,0	1,5	+2 / +3	2000	**0,51**	0,6 – 0,7
18	O_2	0,6 – 0,9	D4,0	1,5	+2 / +3	2000	**0,43**	0,5 – 0,6
20	O_2	0,6 – 0,9	D4,0	1,2 – 1,5	+2 / +3,5	2000	**0,34**	0,4 – 0,5
Inox N_2 ; air si une ligne source existe.								
1	N_2	20	S1,0 / S1,2 / S1,5	0,5	0 / -1	2000	**26**	30 – 32
2	N_2	20	S1,5 / S2,0	0,5	-1,5 / -2	2000	**8,5**	10 – 11
3	N_2	20	S2,0 / S2,5 / S3,0	0,5	-2,5 / -3	2000	**4,3**	5 – 6
4	N_2	20	S3,0	0,5	-3,5 / -4	2000	**2,6**	3 – 3,5
6	N_2	20	S3,5 / S4,0	0,5	-5 / -5,5	2000	**1,1**	1,3 – 1,5
8	N_2	20	S4,0	0,5	-6 / -7	2000	**0,43**	0,5 – 0,6
Acier galvanisé ★ Acier doux N_2/air × 0,85 ; sinon inox N_2 × 0,95. Jusqu'à 6 mm.								
1 ★	N_2 / Air	20	S1,0 / S1,2 / S1,5	0,5	0 / -1	2000	**24**	29 – 30
2 ★	N_2 / Air	20	S1,5 / S2,0	0,5	-1,5 / -2	2000	**8,1**	9,5 – 10
3 ★	N_2 / Air	20	S2,0 / S2,5 / S3,0	0,5	-2,5 / -3	2000	**4,0**	4,8 – 5,7
4 ★	N_2 / Air	20	S3,0	0,5	-3,5 / -4	2000	**2,4**	2,9 – 3,3
6 ★	N_2 / Air	20	S3,5 / S4,0	0,5	-5 / -5,5	2000	**1,0**	1,2 – 1,4
Aluminium Forte réflectivité ; vérifiez source/tête.								
1	N_2	20	S1,0 / S1,2 / S1,5	0,5	-0,5 / -1	2000	**15**	18 – 20
2	N_2	20	S1,5 / S2,0	0,5	-1 / -1,5	2000	**5,1**	6 – 7
3	N_2	20	S2,0 / S2,5 / S3,0	0,5	-2,5 / -3	2000	**2,6**	3 – 4
4	N_2	20	S3,0	0,5	-3,5 / -4	2000	**1,4**	1,6 – 1,9
6	N_2	20	S3,5 / S4,0	0,5	-5 / -5,5	2000	**0,43**	0,5 – 0,6
Laiton Forte réflectivité.								
3	N_2	20	S2,0 / S2,5 / S3,0	0,5	-2 / -2,5	2000	**2,4**	2,8 – 3,2
4	N_2	20	S3,0	0,5	-3 / -3,5	2000	**1,3**	1,5 – 1,7

S buse simple couche · D double couche + / – valeur de commande : vérifiez la référence à la pointe de buse ★ DOKTEK : dérivé/interpolé

◆ essai ; pas de production en série

‡ Focalisation positive : le tableau source la donne ainsi ; Bodor/GYC décrivent une focalisation négative ou proche de zéro sous N_2 — vérifiez sur la machine. Le signe concerne les lignes N_2 et N_2/air dont le premier nombre de focalisation est positif.

Source des données : Maxphotonics MFSC/MFMC; https://www.forum.linuxcnc.org/media/kunena/attachments/22451/null.pdf; ★ DOKTEK : dérivé/interpolé ; ◆ Essai / limite de capacité / référence de recette incomplète ; pas pour la production en série.

Cuivre: Aucune ligne source ; consultez le fabricant.

9.4 3 kW (3000 W)

SOURCE / CŒUR	TÊTE / OPTIQUE	PURETÉ DU GAZ	AIR COMPRIMÉ
Maxphotonics MFMC-3000 · 50 µm	Raytools · 100/200	O_2 ≥ 99,95 % (3.5) · N_2 ≥ 99,995 % ; travaux de qualité : 5.0 (99,999 %) · H_2O < 5 ppm · HC < 1 ppm	Sec, sans huile · filtre 0,01 µm

Les lignes supplémentaires du fabricant peuvent utiliser une tête/optique différente du tableau Max principal. Vérifiez la note de source ci-dessous.

Épaisseur mm	Gaz	Pression bar	Buse type · Ø mm	Hauteur mm	Focalisation mm	Puissance W	Vitesse initiale m/min	Vitesse max. m/min
Acier doux Suivez le gaz et la puissance de chaque ligne.								
3	O_2	0,6 – 0,9	D1,0	0,8	+4,5 / +5,5	3000	**3,0**	3,5 – 3,7
6	O_2	0,6 – 0,9	D1,2	0,8	+4,5 / +5,5	3000	**2,0**	2,3 – 2,5
8	O_2	0,6 – 0,9	D3,0	1,5	+2 / +3	2200 – 2400	**1,5**	1,8 – 2
10	O_2	0,6 – 0,9	D3,0	1,5	+2 / +3	2200 – 2400	**1,3**	1,5 – 1,7
12	O_2	0,6 – 0,9	D3,0	1,5	+2 / +3	2200 – 2400	**1,0**	1,2 – 1,4
14	O_2	0,6 – 0,9	D4,0	1,5	+2 / +3	2200 – 2400	**0,85**	1 – 1,1
16	O_2	0,6 – 0,9	D4,0	1,5	+2 / +3	2200 – 2400	**0,72**	0,85 – 0,9
18	O_2	0,6 – 0,9	D4,0	1,5	+2 / +3	2200 – 2400	**0,60**	0,7 – 0,75
20	O_2	0,6 – 0,9	D4,0	1,2 – 1,5	+2 / +3,5	2200 – 2400	**0,51**	0,6 – 0,65
1	N_2 / Air	10	S1,5	1	0	3000	**24**	28 – 35
2 ◆	N_2	12 – 16	S2,0	0,5	-1 / -1,5	3000	**24**	28
Inox N_2 ; air si une ligne source existe.								
1	N_2	20	S1,0 / S1,2 / S1,5	0,5	0 / -1	3000	**30**	35 – 37
2	N_2	20	S1,5 / S2,0	0,5	-1,5 / -2	3000	**11**	13 – 15
3	N_2	20	S2,0 / S2,5 / S3,0	0,5	-2,5 / -3	3000	**6,0**	7 – 8
4	N_2	20	S3,0	0,5	-3,5 / -4	3000	**3,8**	4,5 – 5,5
6	N_2	20	S3,5 / S4,0	0,5	-5 / -5,5	3000	**1,4**	1,7 – 1,9
8	N_2	20	S4,0	0,5	-6 / -7	3000	**0,68**	0,8 – 1
10	N_2	20	S4,0	0,5	-7,5 / -8,5	3000	**0,51**	0,6 – 0,7
Acier galvanisé GWEIKE 3 kW : N_2 à 1–2 mm ; O_2 à 3 et 5 mm. Buse/hauteur absentes des notes sources (—) ; ◆ référence, pas pour la production en série. O_2 peut brûler le revêtement ; vérifier sur éprouvette.								
1 ◆	N_2	14	—	—	-0,5	3000	**38**	45 – 55
2 ◆	N_2	16	—	—	-1	3000	**15**	18 – 24
3 ◆	O_2	0,8	—	—	+1,5	3000	**3,4**	4 – 5
5 ◆	O_2	0,6	—	—	+2,5	3000	**1,7**	2 – 3
Aluminium Forte réflectivité ; vérifiez source/tête.								
1	N_2	20	S1,0 / S1,2 / S1,5	0,5	-0,5 / -1	3000	**26**	30 – 33
2	N_2	20	S1,5 / S2,0	0,5	-1 / -1,5	3000	**8,5**	10 – 12
3	N_2	20	S2,0 / S2,5 / S3,0	0,5	-2,5 / -3	3000	**4,7**	5,5 – 5,9
4	N_2	20	S3,0	0,5	-3,5 / -4	3000	**2,4**	2,8 – 3,2
6	N_2	20	S3,5 / S4,0	0,5	-5 / -5,5	3000	**0,60**	0,7 – 0,8
8	N_2	20	S4,0	0,5	-6 / -7	3000	**0,43**	0,5 – 0,6

Épaisseur mm	Gaz	Pression bar	Buse type · Ø mm	Hauteur mm	Focalisation mm	Puissance W	Vitesse initiale m/min	Vitesse max. m/min
Laiton Forte réflectivité.								
3	N_2	20	◯ **S2,0 / S2,5 / S3,0**	0,5	-2 / -2,5	3000	**3,8**	4,5 – 5
4	N_2	20	◯ **S3,0**	0,5	-3 / -3,5	3000	**2,6**	3 – 3,5
6	N_2	20	◯ **S3,5 / S4,0**	0,5	-5 / -5,5	3000	**0,85**	1 – 1,2

S buse simple couche · D double couche + / – valeur de commande : vérifiez la référence à la pointe de buse ★ DOKTEK : dérivé/interpolé ◆ essai ; pas de production en série

‡ Focalisation positive : le tableau source la donne ainsi ; Bodor/GYC décrivent une focalisation négative ou proche de zéro sous N_2 — vérifiez sur la machine. Le signe concerne les lignes N_2 et N_2/air dont le premier nombre de focalisation est positif.

Source des données : Maxphotonics MFSC/MFMC: https://www.forum.linuxcnc.org/media/kunena/attachments/22451/null.pdf; GYC RFL-3000(50u): https://gyclaser.com/de/2024/03/07/fiber-laser-cutting-speed-chart/; KRRASS 3000W (2 mm ◆): https://www.krrass.com/3000w-fiber-laser-cutting-machine-cutting-parameters/; GWEIKE 3 kW acier galvanisé (note de recherche): https://www.gwklaser.com/how-to-cut-galvanized-sheet-metal.html; ★ DOKTEK : dérivé/interpolé ; ◆ Essai / limite de capacité / référence de recette incomplète ; pas pour la production en série.

Cuivre: Aucune ligne source ; consultez le fabricant.

9.5 4 kW (4000 W)

SOURCE / CŒUR	TÊTE / OPTIQUE	PURETÉ DU GAZ	AIR COMPRIMÉ
Maxphotonics MFMC-4000 · 50 µm	Raytools · 100/200	O_2 ≥ 99,95 % (3.5) · N_2 ≥ 99,995 % ; travaux de qualité : 5.0 (99,999 %) · H_2O < 5 ppm · HC < 1 ppm	Sec, sans huile · filtre 0,01 µm

Les lignes supplémentaires du fabricant peuvent utiliser une tête/optique différente du tableau Max principal. Vérifiez la note de source ci-dessous.

Épaisseur mm	Gaz	Pression bar	Buse type · Ø mm	Hauteur mm	Focalisation mm	Puissance W	Vitesse initiale m/min	Vitesse max. m/min
Acier doux Suivez le gaz et la puissance de chaque ligne.								
3	O_2	0,6 – 0,9	D1,0	0,8	+4,5 / +5,5	4000	**3,4**	4 – 4,3
6	O_2	0,6 – 0,9	D1,2	0,8	+4,5 / +5,5	4000	**2,1**	2,5 – 2,7
8	O_2	0,6 – 0,9	D1,2	0,6 – 0,8	+5,5 / +6	4000	**1,7**	2 – 2,3
10	O_2	0,6 – 0,9	D3,0	1,5	+2 / +3	2200 – 2400	**1,5**	1,8 – 2
12	O_2	0,6 – 0,9	D3,0	1,5	+2 / +3	2200 – 2400	**1,3**	1,5 – 1,6
14	O_2	0,6 – 0,9	D4,0	1,5	+2 / +3	2200 – 2400	**1,0**	1,2 – 1,4
16	O_2	0,6 – 0,9	D4,0	1,5	+2 / +3	2200 – 2400	**0,85**	1 – 1,1
18	O_2	0,6 – 0,9	D4,0	1,5	+2 / +3	2200 – 2400	**0,77**	0,9 – 1
20	O_2	0,6 – 0,9	D4,0	1,2 – 1,5	+2 / +3,5	2200 – 2400	**0,55**	0,65 – 0,7
22	O_2	0,6 – 0,9	D4,0	1,2 – 1,5	+2 / +3,5	2200 – 2400	**0,47**	0,55 – 0,6
1	N_2 / Air	10	S2,0	0,6	0	4000	**34**	40 – 50
2	N_2 / Air	10	S2,0	0,6	-1	4000	**13**	15 – 20
3	N_2 / Air	10	S2,0	0,6	-1	4000	**8,5**	10 – 12
4	O_2	0,6	D1,0	0,6	+5	3000	**3,0**	3,5 – 4
5	O_2	0,6	D1,0	0,6	+5	3300	**2,6**	3 – 3,5
25 ◆	O_2	0,6	D5,0	1,5	+5	2600	**0,34**	0,4 – 0,5
Inox N_2 ; air si une ligne source existe.								
1	N_2	20	S1,0 / S1,2 / S1,5	0,5	0 / -1	4000	**34**	40 – 43
2	N_2	20	S1,5 / S2,0	0,5	-1,5 / -2	4000	**16**	19 – 21
3	N_2	20	S2,0 / S2,5 / S3,0	0,5	-2,5 / -3	4000	**9,4**	11 – 13
4	N_2	20	S3,0	0,5	-3,5 / -4	4000	**5,5**	6,5 – 7
6	N_2	20	S3,5 / S4,0	0,5	-5 / -5,5	4000	**1,9**	2,2 – 2,5
8	N_2	20	S4,0	0,5	-6 / -7	4000	**1,3**	1,5 – 1,7
10	N_2	20	S4,0	0,5	-7,5 / -8,5	4000	**0,68**	0,8 – 0,9
5	N_2	14	S3,0	0,5	-2	4000	**3,4**	4 – 5
12	N_2	18	S5,0	0,5	-5	4000	**0,60**	0,7 – 1
14 ◆	N_2	18	S5,0	0,5	-8	4000	**0,51**	0,6 – 0,8
16 ◆	N_2	20	S5,0	0,5	-8	4000	**0,26**	0,3 – 0,5
Acier galvanisé ★ Acier doux N_2/air × 0,85 ; sinon inox N_2 × 0,95. Jusqu'à 6 mm.								
1 ★	N_2 / Air	10	S2,0	0,6	0	4000	**29**	34 – 43
2 ★	N_2 / Air	10	S2,0	0,6	-1	4000	**11**	13 – 17
3 ★	N_2 / Air	10	S2,0	0,6	-1	4000	**7,2**	8,5 – 10
4 ★	N_2 / Air	20	S3,0	0,5	-3,5 / -4	4000	**5,2**	6,2 – 6,7
5 ★	N_2 / Air	14	S3,0	0,5	-2	4000	**3,2**	3,8 – 4,8
6 ★	N_2 / Air	20	S3,5 / S4,0	0,5	-5 / -5,5	4000	**1,8**	2,1 – 2,4

Épaisseur mm	Gaz	Pression bar	Buse type · Ø mm	Hauteur mm	Focalisation mm	Puissance W	Vitesse initiale m/min	Vitesse max. m/min
Aluminium Forte réflectivité ; vérifiez source/tête.								
1	N_2	20	◯ S1,0 / S1,2 / S1,5	0,5	-0,5 / -1	4000	**30**	35 – 37
2	N_2	20	◯ S1,5 / S2,0	0,5	-1 / -1,5	4000	**13**	15 – 17
3	N_2	20	◯ S2,0 / S2,5 / S3,0	0,5	-2,5 / -3	4000	**5,5**	6,5 – 7
4	N_2	20	◯ S3,0	0,5	-3,5 / -4	4000	**3,8**	4,5 – 4,8
6	N_2	20	◯ S3,5 / S4,0	0,5	-5 / -5,5	4000	**1,7**	2 – 2,2
8	N_2	20	◯ S4,0	0,5	-6 / -7	4000	**0,85**	1 – 1,2
10	N_2	20	◯ S4,0	0,5	-7,5 / -8,5	4000	**0,43**	0,5 – 0,6
5	N_2	15	◯ S3,0	0,5	-3	4000	**2,6**	3 – 4
12 ◆	N_2	18	◯ S5,0	0,5	-5,5	4000	**0,51**	0,6 – 0,8
Laiton Forte réflectivité.								
3	N_2	20	◯ S2,0 / S2,5 / S3,0	0,5	-2 / -2,5	4000	**5,5**	6,5 – 6,8
4	N_2	20	◯ S3,0	0,5	-3 / -3,5	4000	**3,8**	4,5 – 4,7
6	N_2	20	◯ S3,5 / S4,0	0,5	-5 / -5,5	4000	**1,1**	1,3 – 1,5
8	N_2	20	◯ S4,0	0,5	-6 / -7	4000	**0,60**	0,7 – 0,8
1	N_2	10	◯ S2,0	0,5	0	4000	**26**	30 – 35
2	N_2	10	◯ S2,0	0,5	-1	4000	**13**	15 – 20
5	N_2	13	◯ S3,5	0,5	-2,5	4000	**1,7**	2 – 3
Cuivre Suivez le gaz de la ligne source ; forte réflectivité.								
1	O_2	10	◯ S3,0	0,5	-1	4000	**22**	26 – 30
2	O_2	12	◯ S3,0	0,5	-1	4000	**8,5**	10 – 13
3	O_2	12	◯ S3,0	0,5	-2	4000	**4,7**	5,5 – 6,5
4	O_2	14	◯ S3,5	0,5	-4	4000	**1,7**	2 – 3

S buse simple couche · D double couche + / – valeur de commande : vérifiez la référence à la pointe de buse ★ DOKTEK : dérivé/interpolé

◆ essai ; pas de production en série

‡ Focalisation positive : le tableau source la donne ainsi ; Bodor/GYC décrivent une focalisation négative ou proche de zéro sous N_2 — vérifiez sur la machine. Le signe concerne les lignes N_2 et N_2/air dont le premier nombre de focalisation est positif.

Source des données : Maxphotonics MFSC/MFMC; https://www.forum.linuxcnc.org/media/kunena/attachments/22451/null.pdf; tableau fabricant 4 kW: https://www.bestsheetmetalmachine.com/4000w-laser-cutting-parameters/; ★ DOKTEK : dérivé/interpolé ; ◆ Essai / limite de capacité / référence de recette incomplète ; pas pour la production en série.

Note de source : les recettes absentes du tableau Max principal sont conservées dans le JSON avec « Source : tableau fabricant 4 kW ».

9.6 6 kW (6000 W)

SOURCE / CŒUR	TÊTE / OPTIQUE	PURETÉ DU GAZ	AIR COMPRIMÉ
KRRASS / BSM · sources mixtes ; suivre la source de chaque ligne · 50 / 100 µm ; selon le matériau	Modèle précis non indiqué sur la page source · Non indiqué pour ce tableau source	O_2 ≥ 99,95 % (3.5) · N_2 ≥ 99,995 % ; travaux de qualité : 5.0 (99,999 %) · H_2O < 5 ppm · HC < 1 ppm	Sec, sans huile · filtre 0,01 µm

Épaisseur mm	Gaz	Pression bar	Buse type · Ø mm	Hauteur mm	Focalisation mm	Puissance W	Vitesse initiale m/min	Vitesse max. m/min
Acier doux Suivez le gaz et la puissance de chaque ligne.								
3	O_2	0,6	D1,0	0,6	+6,5	4000	**3,1**	3,6 – 4,5
4	O_2	0,6	D1,0	0,6	+6,5	4000	**3,0**	3,5 – 4
5	O_2	0,6	D1,0	0,6	+6	4000	**2,4**	2,8 – 3
6	O_2	0,6	D1,0	0,6	+6	4000	**2,2**	2,6 – 2,8
8	O_2	0,6	D1,2	0,6	+6	5000	**1,9**	2,2 – 2,6
10	O_2	0,6	D1,2	0,6	+7	6000	**1,7**	2 – 2,2
12	O_2	0,6	D1,2	0,6	+9	6000	**1,5**	1,8 – 2
14	O_2	0,5	D1,4	0,6	+12	6000	**1,2**	1,4 – 1,6
16	O_2	0,6	D1,4	0,3	+14	6000	**0,85**	1 – 1,3
18	O_2	0,6	S1,6	0,3	+14	6000	**0,68**	0,8 – 1,1
20	O_2	0,6	S1,6	0,3	+15	6000	**0,51**	0,6 – 1
22	O_2	0,65	S1,6	0,3	+15	2400	**0,47**	0,55 – 0,65
25	O_2	0,8	S1,7	0,3	+16	6000	**0,51**	0,6 – 0,8
30 ◆	O_2	0,8	S1,7	0,3	+18	6000	**0,34**	0,4 – 0,5
35 ◆	O_2	1	S1,7	0,3	+19	6000	**0,26**	0,3 – 0,4
40 ◆	O_2	1	S1,7	0,3	+19	6000	**0,17**	0,2 – 0,3
1	N_2 / Air	10	S2,0	0,6	0	6000	**51**	60 – 80
2	N_2 / Air	12	S2,0	0,5	-0,5	6000	**34**	40 – 45
3	N_2 / Air	14	S3,0	0,5	-1,5	6000	**20**	23 – 28
4	N_2 / Air	14	S3,0	0,5	-3	6000	**13**	15 – 20
5	N_2 / Air	16	S3,5	0,5	-3,5	6000	**8,5**	10 – 13
6	N_2 / Air	18	S3,5	0,5	-4	6000	**6,0**	7 – 9
Inox N_2 ; air si une ligne source existe.								
12	N_2	18	S4,5	0,5	-8	6000	**1,3**	1,5 – 2
14	N_2	16	S4,5	0,5	-10	6000	**0,85**	1 – 1,3
16	N_2	18	S4,5	0,5	-11,5	6000	**0,68**	0,8 – 1
18	N_2	18	S5,0	0,5	-12,5	6000	**0,51**	0,6 – 0,7
20	N_2	18	S5,0	0,5	-13	6000	**0,43**	0,5 – 0,65
22	N_2	20	S6,0	0,5	-13	6000	**0,34**	0,4 – 0,5
25 ◆	N_2	25	S6,0	0,5	+6‡	6000	**0,13**	0,15 – 0,2
35 ◆	N_2	25	S6,0	0,5	+6‡	6000	**0,09**	0,1
1	N_2	10	S2,0	0,6	0	6000	**51**	60 – 80
2	N_2	12	S2,0	0,5	0	6000	**26**	30 – 35
3	N_2	12	S3,0	0,5	-0,5	6000	**17**	20 – 24
4	N_2	12	S3,0	0,5	-1	6000	**11**	13 – 16
5	N_2	14	S3,0	0,5	-1,5	6000	**7,7**	9 – 12
6	N_2	14	S4,0	0,5	-2	6000	**5,1**	6 – 8,5
8	N_2	16	S4,0	0,5	-4	6000	**2,6**	3 – 4,8
10	N_2	16	S4,5	0,5	-7,5	6000	**1,5**	1,8 – 2,5

Épaisseur mm	Gaz	Pression bar	Buse type · Ø mm	Hauteur mm	Focalisation mm	Puissance W	Vitesse initiale m/min	Vitesse max. m/min
Acier galvanisé ★ Acier doux N_2/air × 0,85 ; sinon inox N_2 × 0,95. Jusqu'à 6 mm.								
1 ★	N_2 / Air	10	◯ S2,0	0,6	0	6000	**43**	51 – 68
2 ★	N_2 / Air	12	◯ S2,0	0,5	-0,5	6000	**29**	34 – 38
3 ★	N_2 / Air	14	◯ S3,0	0,5	-1,5	6000	**17**	20 – 24
4 ★	N_2 / Air	14	◯ S3,0	0,5	-3	6000	**11**	13 – 17
5 ★	N_2 / Air	16	◯ S3,5	0,5	-3,5	6000	**7,2**	8,5 – 11
6 ★	N_2 / Air	18	◯ S3,5	0,5	-4	6000	**5,1**	6 – 7,7
Aluminium Forte réflectivité ; vérifiez source/tête.								
1	N_2	10	◯ S2,0	0,6	0	6000	**47**	55 – 60
2	N_2	10	◯ S2,0	0,5	-0,5	6000	**21**	25 – 28
3	N_2	14	◯ S3,0	0,5	-1	6000	**12**	14 – 16
4	N_2	14	◯ S3,0	0,5	-1,5	6000	**8,5**	10 – 12
5	N_2	15	◯ S3,0	0,5	-2	6000	**5,1**	6 – 8
6	N_2	16	◯ S4,0	0,5	-2,5	6000	**3,0**	3,5 – 4
8	N_2	16	◯ S4,0	0,5	-2,5	6000	**2,1**	2,5 – 3
10	N_2	18	◯ S4,0	0,5	-3	6000	**1,7**	2 – 2,5
12	N_2	18	◯ S4,0	0,5	-4	6000	**0,85**	1 – 1,5
14	N_2	20	◯ S5,0	0,5	-5	6000	**0,77**	0,9 – 1,1
16	N_2	20	◯ S5,0	0,5	-7	6000	**0,68**	0,8 – 0,9
18	N_2	25	◯ S5,0	0,5	-9	6000	**0,60**	0,7 – 0,8
20	N_2	25	◯ S5,0	0,5	-10	6000	**0,43**	0,5 – 0,7
Laiton Forte réflectivité.								
1	N_2	10	◯ S2,0	0,6	0	6000	**34**	40 – 50
2	N_2	12	◯ S2,0	0,5	-0,5	6000	**17**	20 – 25
3	N_2	12	◯ S3,0	0,5	-1	6000	**6,8**	8 – 10
4	N_2	14	◯ S3,0	0,5	-1,5	6000	**5,5**	6,5 – 7,5
5	N_2	14	◯ S4,0	0,5	-2	6000	**4,7**	5,5 – 6,5
6	N_2	16	◯ S4,0	0,5	-2	6000	**3,0**	3,5 – 4,5
8	N_2	16	◯ S4,0	0,5	-3	6000	**1,3**	1,5 – 1,8
10	N_2	16	◯ S4,0	0,5	-3	6000	**0,68**	0,8 – 1
12	N_2	18	◯ S5,0	0,5	-7	6000	**0,51**	0,6 – 0,7
16 ◆	N_2	20	◯ S5,0	0,5	-9	6000	**0,26**	0,3 – 0,4
20 ◆	N_2	20	◯ S5,0	0,5	-10	6000	**0,09**	0,1 – 0,2
Cuivre Suivez le gaz de la ligne source ; forte réflectivité.								
1	O_2	10	◯ S3,0	0,5	-1	6000	**26**	30 – 35
2	O_2	10	◯ S3,0	0,5	-1	6000	**10**	12 – 15
3	O_2	12	◯ S3,0	0,5	-2	6000	**6,0**	7 – 9
4	O_2	12	◯ S3,5	0,5	-3	6000	**5,1**	6 – 7
5	O_2	13	◯ S4,5	0,5	-4	6000	**4,3**	5 – 6
6	O_2	14	◯ S5,0	0,5	-5	6000	**2,1**	2,5 – 3,5
8 ◆	O_2	14	◯ S5,0	0,3	-5	6000	**1,3**	1,5 – 2

S buse simple couche · D double couche + / – valeur de commande : vérifiez la référence à la pointe de buse ★ DOKTEK : dérivé/interpolé

◆ essai ; pas de production en série

‡ Focalisation positive : le tableau source la donne ainsi ; Bodor/GYC décrivent une focalisation négative ou proche de zéro sous N_2 — vérifiez sur la machine. Le signe concerne les lignes N_2 et N_2/air dont le premier nombre de focalisation est positif.

Source des données : KRRASS 6000W (O_2/inox épais : 50 µm ; acier doux N_2 et inox mince : monomodule 100 µm ; Al : multimodule 100 µm) ; BSM12 laiton/cuivre 6000 W; https://www.krrass.com/6000w-fiber-laser-cutting-machine-parameters/ ; https://www.bestsheetmetalmachine.com/12000w-laser-cutting-parameters/; ★ DOKTEK : dérivé/interpolé ; ◆ Essai / limite de capacité / référence de recette incomplète ; pas pour la production en série.

9.7 8 kW (8000 W) ★

! Tableau interpolé

Aucun tableau publié complet pour cette puissance. Les valeurs sont interpolées entre puissances voisines. Validez par des essais de coupe.

SOURCE / CŒUR	TÊTE / OPTIQUE	PURETÉ DU GAZ	AIR COMPRIMÉ
★ Interpolation de vitesse 6–12 kW · 50 / 100 µm (selon les lignes sources voisines)	Ligne 12 kW : Jiaqiang · 100/125 (12 kW)	O_2 ≥ 99,95 % (3.5) · N_2 ≥ 99,995 % ; travaux de qualité : 5.0 (99,999 %) · H_2O < 5 ppm · HC < 1 ppm	Sec, sans huile · filtre 0,01 µm

Épaisseur mm	Gaz	Pression bar	Buse type · Ø mm	Hauteur mm	Focalisation mm	Puissance W	Vitesse initiale m/min	Vitesse max. m/min
Acier doux Suivez le gaz et la puissance de chaque ligne.								
8 ★	O_2	0,6	D1,2	0,6	+10	4000	**1,9**	2,2 – 2,6
10 ★	O_2	0,6	D1,2	0,6	+11	6000	**1,7**	2 – 2,2
12 ★	O_2	0,6	D1,2	0,6	+12	6000	**1,5**	1,8 – 2
14 ★	O_2	0,6	D1,4	0,6	+12	8000	**1,2**	1,5 – 1,7
16 ★	O_2	0,5	D1,4	0,5	+13	8000	**0,99**	1,2 – 1,4
18 ★	O_2	0,5	S1,5	0,5	+14	8000	**0,91**	1,1 – 1,3
20 ★	O_2	0,5	S1,5	0,5	+15	8000	**0,74**	0,87 – 1,2
22 ★	O_2	0,5	S1,5	0,5	+15	8000	**0,68**	0,8 – 0,93
25 ★	O_2	0,55	S1,5	0,5	+15	8000	**0,62**	0,73 – 0,93
30 ★◆	O_2	0,7	S1,7	0,5	+16	8000	**0,45**	0,53 – 0,67
35 ★◆	O_2	1,5	S1,7	0,5	+17	8000	**0,31**	0,37 – 0,5
40 ★◆	O_2	1,2	S1,7	0,5	+17	8000	**0,20**	0,23 – 0,33
1 ★	N_2 / Air	8	S2,0	0,5	0	8000	**51**	60 – 80
2 ★	N_2 / Air	8	S3,0	0,5	-0,5	8000	**35**	42 – 47
3 ★	N_2 / Air	8	S3,0	0,5	-1	8000	**22**	26 – 31
4 ★	N_2 / Air	8	S3,0	0,5	-1	8000	**15**	18 – 23
5 ★	N_2 / Air	8	S4,0	0,5	-2	8000	**11**	13 – 16
6 ★	N_2 / Air	8	S4,0	0,5	-2	8000	**8,5**	10 – 13
Inox N_2 ; air si une ligne source existe.								
12 ★	N_2	18	S5,0	0,5	-3	8000	**2,6**	3 – 3,7
14 ★	N_2	18	S5,0	0,5	-5	8000	**1,7**	2 – 2,5
16 ★	N_2	20	S5,0	0,5	-6	8000	**1,2**	1,4 – 1,7
18 ★	N_2	20	S5,0	0,5	-10	8000	**0,79**	0,93 – 1,1
20 ★	N_2	20	S5,0	0,3	-11	8000	**0,68**	0,8 – 0,93
22 ★	N_2	20	S5,0	0,5	-12	8000	**0,57**	0,67 – 0,8
25 ★◆	N_2	20	S6,0	0,5	-13	8000	**0,31**	0,37 – 0,53
35 ★◆	N_2	25	S5,0	0,5	+7‡	8000	**0,11**	0,13 – 0,17
1 ★	N_2	10	S2,0	1	0	8000	**51**	60 – 77
2 ★	N_2	12	S2,0	0,5	0	8000	**27**	32 – 38
3 ★	N_2	13	S3,0	0,5	-0,5	8000	**20**	23 – 28
4 ★	N_2	12	S3,0	0,5	-1	8000	**13**	15 – 19
5 ★	N_2	12	S3,5	0,5	-1	8000	**9,4**	11 – 15
6 ★	N_2	12	S4,0	0,5	-1,5	8000	**6,8**	8 – 11
8 ★	N_2	13	S5,0	0,5	-3	8000	**4,3**	5 – 6,9

Épaisseur mm	Gaz	Pression bar	Buse type · Ø mm	Hauteur mm	Focalisation mm	Puissance W	Vitesse initiale m/min	Vitesse max. m/min
10 ★	N_2	14	◯ S5,0	0,5	-3	8000	**2,7**	3,2 – 4
Acier galvanisé ★ Acier doux N_2/air × 0,85 ; sinon inox N_2 × 0,95. Jusqu'à 6 mm.								
1 ★	N_2 / Air	8	◯ S2,0	0,5	0	8000	**43**	51 – 68
2 ★	N_2 / Air	8	◯ S3,0	0,5	-0,5	8000	**30**	35 – 40
3 ★	N_2 / Air	8	◯ S3,0	0,5	-1	8000	**19**	22 – 27
4 ★	N_2 / Air	8	◯ S3,0	0,5	-1	8000	**13**	15 – 19
5 ★	N_2 / Air	8	◯ S4,0	0,5	-2	8000	**9,6**	11 – 14
6 ★	N_2 / Air	8	◯ S4,0	0,5	-2	8000	**7,2**	8,5 – 11
Aluminium Forte réflectivité ; vérifiez source/tête.								
1 ★	N_2	12	◯ S2,0	0,6	0	8000	**45**	53 – 60
2 ★	N_2	12	◯ S2,0	0,5	-1	8000	**24**	28 – 32
3 ★	N_2	12	◯ S2,0	0,5	-1	8000	**15**	18 – 21
4 ★	N_2	12	◯ S2,0	0,5	-2	8000	**11**	13 – 16
5 ★	N_2	14	◯ S2,5	0,5	-3	8000	**7,4**	8,7 – 11
6 ★	N_2	14	◯ S2,5	0,5	-4	8000	**4,8**	5,7 – 6,7
8 ★	N_2	14	◯ S2,5	0,5	-6	8000	**3,4**	4 – 4,7
10 ★	N_2	14	◯ S5,0	0,5	-7	8000	**2,6**	3 – 3,7
12 ★	N_2	16	◯ S5,0	0,5	-7	8000	**1,3**	1,5 – 2,2
14 ★	N_2	16	◯ S5,0	0,5	-8	8000	**0,99**	1,2 – 1,6
16 ★	N_2	16	◯ S5,0	0,5	-9	8000	**0,91**	1,1 – 1,3
18 ★	N_2	16	◯ S5,0	0,5	-10	8000	**0,74**	0,87 – 1
20 ★	N_2	16	◯ S5,0	0,3	-12	8000	**0,57**	0,67 – 0,9
Laiton Forte réflectivité.								
1 ★	N_2	10	◯ S2,0	0,6	0	8000	**34**	40 – 50
2 ★	N_2	12	◯ S2,0	0,5	-1	8000	**20**	23 – 28
3 ★	N_2	12	◯ S3,0	0,5	-1	8000	**11**	13 – 15
4 ★	N_2	12	◯ S3,0	0,5	-2	8000	**8,5**	10 – 12
5 ★	N_2	14	◯ S3,5	0,5	-3	8000	**7,1**	8,3 – 9,7
6 ★	N_2	14	◯ S4,0	0,5	-3	8000	**4,5**	5,3 – 6,7
8 ★	N_2	14	◯ S4,5	0,5	-4	8000	**2,8**	3,3 – 3,9
10 ★	N_2	14	◯ S4,5	0,5	-5	8000	**1,7**	2 – 2,5
12 ★	N_2	14	◯ S4,5	0,5	-5	8000	**1,0**	1,2 – 1,5
16 ★◆	N_2	16	◯ S5,0	0,5	-11	8000	**0,40**	0,47 – 0,6
Cuivre Suivez le gaz de la ligne source ; forte réflectivité.								
1 ★	O_2	10	◯ S3,0	0,6	-0,5	8000	**26**	30 – 35
2 ★	O_2	12	◯ S3,0	0,5	-1	8000	**12**	15 – 18
3 ★	O_2	13	◯ S3,0	0,5	-2	8000	**8,5**	10 – 13
4 ★	O_2	13	◯ S3,5	0,5	-3	8000	**6,2**	7,3 – 9
5 ★	O_2	13	◯ S4,5	0,5	-4,5	8000	**4,8**	5,7 – 7,3
6 ★	O_2	14	◯ S4,5	0,5	-5	8000	**2,7**	3,2 – 4,2
8 ★◆	O_2	16	◯ S4,5	0,5	-6	8000	**1,6**	1,8 – 2,3

S buse simple couche · D double couche + / – valeur de commande : vérifiez la référence à la pointe de buse ★ DOKTEK : dérivé/interpolé

◆ essai ; pas de production en série

‡ Focalisation positive : le tableau source la donne ainsi ; Bodor/GYC décrivent une focalisation négative ou proche de zéro sous N_2 — vérifiez sur la machine. Le signe concerne les lignes N_2 et N_2/air dont le premier nombre de focalisation est positif.

Source des données : KRRASS 6/12 kW + BSM12 6000 W; https://www.krrass.com/6000w-fiber-laser-cutting-machine-parameters/; https://www.krrass.com/12kw-fiber-laser-cutting-machine-cutting-parameters/; https://www.krrass.com/12000w-fiber-laser-cutting-machine-parameters/; https://www.bestsheetmetalmachine.com/12000w-laser-cutting-parameters/; ★ DOKTEK : dérivé/interpolé ; ◆ Essai / limite de capacité / référence de recette incomplète ; pas pour la production en série.

★ Les plages de vitesse sont imprimées avec deux décimales au maximum.

9.8 10 kW (10000 W) ★

Tableau interpolé

Aucun tableau publié complet pour cette puissance. Les valeurs sont interpolées entre puissances voisines. Validez par des essais de coupe.

SOURCE / CŒUR	TÊTE / OPTIQUE	PURETÉ DU GAZ	AIR COMPRIMÉ
★ Interpolation de vitesse 6–12 kW · 50 / 100 µm (selon les lignes sources voisines)	Ligne 12 kW : Jiaqiang · 100/125 (12 kW)	O_2 ≥ 99,95 % (3.5) · N_2 ≥ 99,995 % ; travaux de qualité : 5.0 (99,999 %) · H_2O < 5 ppm · HC < 1 ppm	Sec, sans huile · filtre 0,01 µm

Épaisseur mm	Gaz	Pression bar	Buse type · Ø mm	Hauteur mm	Focalisation mm	Puissance W	Vitesse initiale m/min	Vitesse max. m/min
Acier doux Suivez le gaz et la puissance de chaque ligne.								
8 ★	O_2	0,6	D1,2	0,6	+10	4000	**1,9**	2,3 – 2,5
10 ★	O_2	0,6	D1,2	0,6	+11	6000	**1,7**	2 – 2,2
12 ★	O_2	0,6	D1,2	0,6	+12	6000	**1,5**	1,8 – 2
14 ★	O_2	0,6	D1,4	0,6	+12	8000	**1,3**	1,5 – 1,7
16 ★	O_2	0,5	D1,4	0,5	+13	8000	**1,1**	1,3 – 1,6
18 ★	O_2	0,5	S1,5	0,5	+14	10000	**1,1**	1,3 – 1,5
20 ★	O_2	0,5	S1,5	0,5	+15	10000	**0,96**	1,1 – 1,4
22 ★	O_2	0,5	S1,5	0,5	+15	10000	**0,89**	1,1 – 1,2
25 ★	O_2	0,55	S1,5	0,5	+15	10000	**0,74**	0,87 – 1,1
30 ★◆	O_2	0,7	S1,7	0,5	+16	10000	**0,57**	0,67 – 0,83
35 ★◆	O_2	1,5	S1,7	0,5	+17	10000	**0,37**	0,43 – 0,6
40 ★◆	O_2	1,2	S1,7	0,5	+17	10000	**0,23**	0,27 – 0,37
1 ★	N_2 / Air	8	S2,0	0,5	0	10000	**51**	60 – 80
2 ★	N_2 / Air	8	S3,0	0,5	-0,5	10000	**37**	43 – 48
3 ★	N_2 / Air	8	S3,0	0,5	-1	10000	**25**	29 – 35
4 ★	N_2 / Air	8	S3,0	0,5	-1	10000	**17**	20 – 25
5 ★	N_2 / Air	8	S4,0	0,5	-2	10000	**14**	17 – 20
6 ★	N_2 / Air	8	S4,0	0,5	-2	10000	**11**	13 – 16
Inox N_2 ; air si une ligne source existe.								
12 ★	N_2	18	S5,0	0,5	-3	10000	**3,8**	4,5 – 5,3
14 ★	N_2	18	S5,0	0,5	-5	10000	**2,6**	3 – 3,8
16 ★	N_2	20	S5,0	0,5	-6	10000	**1,6**	1,9 – 2,3
18 ★	N_2	20	S5,0	0,5	-10	10000	**1,1**	1,3 – 1,6
20 ★	N_2	20	S5,0	0,3	-11	10000	**0,94**	1,1 – 1,2
22 ★	N_2	20	S5,0	0,5	-12	10000	**0,79**	0,93 – 1,1
25 ★◆	N_2	20	S6,0	0,5	-13	10000	**0,50**	0,58 – 0,87
35 ★◆	N_2	25	S5,0	0,5	+7‡	10000	**0,14**	0,17 – 0,23
1 ★	N_2	10	S2,0	1	0	10000	**51**	60 – 73
2 ★	N_2	12	S2,0	0,5	0	10000	**28**	33 – 42
3 ★	N_2	13	S3,0	0,5	-0,5	10000	**23**	27 – 31
4 ★	N_2	12	S3,0	0,5	-1	10000	**15**	18 – 23
5 ★	N_2	12	S3,5	0,5	-1	10000	**11**	13 – 17
6 ★	N_2	12	S4,0	0,5	-1,5	10000	**8,5**	10 – 13
8 ★	N_2	13	S5,0	0,5	-3	10000	**6,0**	7 – 8,9

Épaisseur mm	Gaz	Pression bar	Buse type · Ø mm	Hauteur mm	Focalisation mm	Puissance W	Vitesse initiale m/min	Vitesse max. m/min
10 ★	N_2	14	S5,0	0,5	-3	10000	**3,9**	4,6 – 5,5
Acier galvanisé ★ Acier doux N_2/air × 0,85 ; sinon inox N_2 × 0,95. Jusqu'à 6 mm.								
1 ★	N_2 / Air	8	S2,0	0,5	0	10000	**43**	51 – 68
2 ★	N_2 / Air	8	S3,0	0,5	-0,5	10000	**31**	37 – 41
3 ★	N_2 / Air	8	S3,0	0,5	-1	10000	**21**	25 – 29
4 ★	N_2 / Air	8	S3,0	0,5	-1	10000	**15**	17 – 22
5 ★	N_2 / Air	8	S4,0	0,5	-2	10000	**12**	14 – 17
6 ★	N_2 / Air	8	S4,0	0,5	-2	10000	**9,4**	11 – 14
Aluminium Forte réflectivité ; vérifiez source/tête.								
1 ★	N_2	12	S2,0	0,6	0	10000	**44**	52 – 60
2 ★	N_2	12	S2,0	0,5	-1	10000	**27**	32 – 36
3 ★	N_2	12	S2,0	0,5	-1	10000	**18**	21 – 25
4 ★	N_2	12	S2,0	0,5	-2	10000	**13**	15 – 19
5 ★	N_2	14	S2,5	0,5	-3	10000	**9,6**	11 – 14
6 ★	N_2	14	S2,5	0,5	-4	10000	**6,7**	7,8 – 9,3
8 ★	N_2	14	S2,5	0,5	-6	10000	**4,7**	5,5 – 6,3
10 ★	N_2	14	S5,0	0,5	-7	10000	**3,4**	4 – 4,8
12 ★	N_2	16	S5,0	0,5	-7	10000	**1,8**	2,1 – 2,8
14 ★	N_2	16	S5,0	0,5	-8	10000	**1,2**	1,4 – 2
16 ★	N_2	16	S5,0	0,5	-9	10000	**1,1**	1,3 – 1,6
18 ★	N_2	16	S5,0	0,5	-10	10000	**0,88**	1 – 1,3
20 ★	N_2	16	S5,0	0,3	-12	10000	**0,71**	0,83 – 1,1
Laiton Forte réflectivité.								
1 ★	N_2	10	S2,0	0,6	0	10000	**34**	40 – 50
2 ★	N_2	12	S2,0	0,5	-1	10000	**23**	27 – 32
3 ★	N_2	12	S3,0	0,5	-1	10000	**15**	17 – 20
4 ★	N_2	12	S3,0	0,5	-2	10000	**11**	14 – 16
5 ★	N_2	14	S3,5	0,5	-3	10000	**9,5**	11 – 13
6 ★	N_2	14	S4,0	0,5	-3	10000	**6,1**	7,2 – 8,8
8 ★	N_2	14	S4,5	0,5	-4	10000	**4,4**	5,2 – 5,9
10 ★	N_2	14	S4,5	0,5	-5	10000	**2,8**	3,3 – 4
12 ★	N_2	14	S4,5	0,5	-5	10000	**1,5**	1,8 – 2,2
16 ★◆	N_2	16	S5,0	0,5	-11	10000	**0,54**	0,63 – 0,8
Cuivre Suivez le gaz de la ligne source ; forte réflectivité.								
1 ★	O_2	10	S3,0	0,6	-0,5	10000	**26**	30 – 35
2 ★	O_2	12	S3,0	0,5	-1	10000	**15**	17 – 22
3 ★	O_2	13	S3,0	0,5	-2	10000	**11**	13 – 16
4 ★	O_2	13	S3,5	0,5	-3	10000	**7,4**	8,7 – 11
5 ★	O_2	13	S4,5	0,5	-4,5	10000	**5,4**	6,3 – 8,7
6 ★	O_2	14	S4,5	0,5	-5	10000	**3,3**	3,8 – 4,8
8 ★◆	O_2	16	S4,5	0,5	-6	10000	**1,8**	2,2 – 2,7

S buse simple couche · D double couche + / – valeur de commande : vérifiez la référence à la pointe de buse ★ DOKTEK : dérivé/interpolé

◆ essai ; pas de production en série

‡ Focalisation positive : le tableau source la donne ainsi ; Bodor/GYC décrivent une focalisation négative ou proche de zéro sous N_2 — vérifiez sur la machine. Le signe concerne les lignes N_2 et N_2/air dont le premier nombre de focalisation est positif.

Source des données : KRRASS 6/12 kW + BSM12 6000 W; https://www.krrass.com/6000w-fiber-laser-cutting-machine-parameters/; https://www.krrass.com/12kw-fiber-laser-cutting-machine-cutting-parameters/; https://www.krrass.com/12000w-fiber-laser-cutting-machine-parameters/; https://www.bestsheetmetalmachine.com/12000w-laser-cutting-parameters/; ★ DOKTEK : dérivé/interpolé ; ◆ Essai / limite de capacité / référence de recette incomplète ; pas pour la production en série.

★ Les plages de vitesse sont imprimées avec deux décimales au maximum.

9.9 12 kW (12000 W)

SOURCE / CŒUR	TÊTE / OPTIQUE	PURETÉ DU GAZ	AIR COMPRIMÉ
KRRASS · sources mixtes ; suivre la source de chaque ligne · 50 / 100 µm ; selon le matériau	Jiaqiang (nom dans la source) · 100/125	O_2 ≥ 99,95 % (3.5) · N_2 ≥ 99,995 % ; travaux de qualité : 5.0 (99,999 %) · H_2O < 5 ppm · HC < 1 ppm	Sec, sans huile · filtre 0,01 µm

Épaisseur mm	Gaz	Pression bar	Buse type · Ø mm	Hauteur mm	Focalisation mm	Puissance W	Vitesse initiale m/min	Vitesse max. m/min
Acier doux Suivez le gaz et la puissance de chaque ligne.								
1	N_2 / Air	8	S2,0	0,5	0	12000	**51**	60 – 80
2	N_2 / Air	8	S3,0	0,5	-0,5	12000	**38**	45 – 50
3	N_2 / Air	8	S3,0	0,5	-1	12000	**27**	32 – 38
4	N_2 / Air	8	S3,0	0,5	-1	12000	**20**	23 – 28
5	N_2 / Air	8	S4,0	0,5	-2	12000	**17**	20 – 23
6	N_2 / Air	8	S4,0	0,5	-2	12000	**14**	16 – 20
8	N_2 / Air	8	S5,0	0,5	-3	12000	**8,5**	10 – 13
10	N_2 / Air	10	S5,0	0,5	-3	12000	**4,7**	5,5 – 7,5
12	N_2 / Air	16	S5,0	0,5	-3	12000	**3,4**	4 – 5,5
8	O_2	0,6	D1,2	0,6	+10	4000	**2,0**	2,3 – 2,5
10	O_2	0,6	D1,2	0,6	+11	6000	**1,7**	2 – 2,2
12	O_2	0,6	D1,2	0,6	+12	6000	**1,5**	1,8 – 2
14	O_2	0,6	D1,4	0,6	+12	8000	**1,4**	1,6 – 1,8
16	O_2	0,5	D1,4	0,5	+13	8000	**1,3**	1,5 – 1,7
18	O_2	0,5	S1,5	0,5	+14	10000	**1,4**	1,6 – 1,7
20	O_2	0,5	S1,5	0,5	+15	12000	**1,2**	1,4 – 1,6
22	O_2	0,5	S1,5	0,5	+15	12000	**1,1**	1,3 – 1,5
25	O_2	0,55	S1,5	0,5	+15	12000	**0,85**	1 – 1,2
30	O_2	0,7	S1,7	0,5	+16	12000	**0,68**	0,8 – 1
35	O_2	1,5	S1,7	0,5	+17	12000	**0,43**	0,5 – 0,7
40 ◆	O_2	1,2	S1,7	0,5	+17	12000	**0,26**	0,3 – 0,4
Inox N_2 ; air si une ligne source existe.								
12	N_2	18	S5,0	0,5	-3	12000	**5,1**	6 – 7
14	N_2	18	S5,0	0,5	-5	12000	**3,4**	4 – 5
16	N_2	20	S5,0	0,5	-6	12000	**2,1**	2,5 – 3
18	N_2	20	S5,0	0,5	-10	12000	**1,4**	1,6 – 2
20	N_2	20	S5,0	0,3	-11	12000	**1,2**	1,4 – 1,5
22	N_2	20	S5,0	0,5	-12	12000	**1,0**	1,2 – 1,4
25	N_2	20	S6,0	0,5	-13	12000	**0,68**	0,8 – 1,2
30	N_2	25	S5,0	0,5	+7‡	12000	**0,26**	0,3 – 0,4
35 ◆	N_2	25	S5,0	0,5	+7‡	12000	**0,17**	0,2 – 0,3
40 ◆	N_2	25	S5,0	0,5	+7‡	12000	**0,09**	0,1 – 0,15
1	N_2	10	S2,0	1	0	12000	**51**	60 – 70
2	N_2	12	S2,0	0,5	0	12000	**30**	35 – 45
3	N_2	13	S3,0	0,5	-0,5	12000	**26**	30 – 35
4	N_2	12	S3,0	0,5	-1	12000	**17**	20 – 26
5	N_2	12	S3,5	0,5	-1	12000	**13**	15 – 20
6	N_2	12	S4,0	0,5	-1,5	12000	**10**	12 – 15
8	N_2	13	S5,0	0,5	-3	12000	**7,7**	9 – 11

Épaisseur mm	Gaz	Pression bar	Buse type · Ø mm	Hauteur mm	Focalisation mm	Puissance W	Vitesse initiale m/min	Vitesse max. m/min
10	N_2	14	S5,0	0,5	-3	12000	**5,1**	6 – 7
1	Air	10	S2,0	1	0	12000	**51**	60 – 70
2	Air	12	S2,0	0,5	0	12000	**30**	35 – 45
3	Air	13	S3,0	0,5	-0,5	12000	**26**	30 – 35
4	Air	12	S3,0	0,5	-1	12000	**17**	20 – 26
5	Air	12	S3,5	0,5	-1	12000	**13**	15 – 20
6	Air	12	S4,0	0,5	-1,5	12000	**10**	12 – 15
8	Air	13	S5,0	0,5	-3	12000	**7,7**	9 – 11
10	Air	14	S5,0	0,5	-3	12000	**6,0**	7 – 8

Acier galvanisé ★ Acier doux N_2/air × 0,85 ; sinon inox N_2 × 0,95. Jusqu'à 6 mm.

1 ★	N_2 / Air	8	S2,0	0,5	0	12000	**43**	51 – 68
2 ★	N_2 / Air	8	S3,0	0,5	-0,5	12000	**33**	38 – 43
3 ★	N_2 / Air	8	S3,0	0,5	-1	12000	**23**	27 – 32
4 ★	N_2 / Air	8	S3,0	0,5	-1	12000	**17**	20 – 24
5 ★	N_2 / Air	8	S4,0	0,5	-2	12000	**14**	17 – 20
6 ★	N_2 / Air	8	S4,0	0,5	-2	12000	**12**	14 – 17

Aluminium Forte réflectivité ; vérifiez source/tête.

1	N_2	12	S2,0	0,6	0	12000	**43**	50 – 60
2	N_2	12	S2,0	0,5	-1	12000	**30**	35 – 40
3	N_2	12	S2,0	0,5	-1	12000	**21**	25 – 30
4	N_2	12	S2,0	0,5	-2	12000	**15**	18 – 23
5	N_2	14	S2,5	0,5	-3	12000	**12**	14 – 17
6	N_2	14	S2,5	0,5	-4	12000	**8,5**	10 – 12
8	N_2	14	S2,5	0,5	-6	12000	**6,0**	7 – 8
10	N_2	14	S5,0	0,5	-7	12000	**4,3**	5 – 6
12	N_2	16	S5,0	0,5	-7	12000	**2,2**	2,6 – 3,5
14	N_2	16	S5,0	0,5	-8	12000	**1,4**	1,7 – 2,5
16	N_2	16	S5,0	0,5	-9	12000	**1,4**	1,6 – 2
18	N_2	16	S5,0	0,5	-10	12000	**1,0**	1,2 – 1,5
20	N_2	16	S5,0	0,3	-12	12000	**0,85**	1 – 1,3
25	N_2	25	S5,0	0,5	-13	12000	**0,51**	0,6 – 0,8
30	N_2	25	S5,0	0,5	+7‡	12000	**0,26**	0,3 – 0,4
40	N_2	25	S5,0	0,5	+8‡	12000	**0,17**	0,2 – 0,3

Laiton Forte réflectivité.

1	N_2	10	S2,0	0,6	0	12000	**34**	40 – 50
2	N_2	12	S2,0	0,5	-1	12000	**26**	30 – 35
3	N_2	12	S3,0	0,5	-1	12000	**19**	22 – 25
4	N_2	12	S3,0	0,5	-2	12000	**14**	17 – 20
5	N_2	14	S3,5	0,5	-3	12000	**12**	14 – 16
6	N_2	14	S4,0	0,5	-3	12000	**7,7**	9 – 11
8	N_2	14	S4,5	0,5	-4	12000	**6,0**	7 – 8
10	N_2	14	S4,5	0,5	-5	12000	**3,8**	4,5 – 5,5
12	N_2	14	S4,5	0,5	-5	12000	**2,0**	2,4 – 3
14	N_2	16	S5,0	0,5	-8	12000	**1,2**	1,4 – 2
16	N_2	16	S5,0	0,5	-11	12000	**0,68**	0,8 – 1

Épaisseur mm	Gaz	Pression bar	Buse type · Ø mm	Hauteur mm	Focalisation mm	Puissance W	Vitesse initiale m/min	Vitesse max. m/min
Cuivre Suivez le gaz de la ligne source ; forte réflectivité.								
1	O_2	10	◯ **S3,0**	0,6	-0,5	12000	**26**	30 – 35
2	O_2	12	◯ **S3,0**	0,5	-1	12000	**17**	20 – 25
3	O_2	13	◯ **S3,0**	0,5	-2	12000	**14**	16 – 20
4	O_2	13	◯ **S3,5**	0,5	-3	12000	**8,5**	10 – 13
5	O_2	13	◯ **S4,5**	0,5	-4,5	12000	**6,0**	7 – 10
6	O_2	14	◯ **S4,5**	0,5	-5	12000	**3,8**	4,5 – 5,5
8	O_2	16	◯ **S4,5**	0,5	-6	12000	**2,1**	2,5 – 3
10	O_2	18	◯ **S4,5**	0,5	-8	12000	**0,85**	1 – 1,5

S buse simple couche · D double couche + / – valeur de commande : vérifiez la référence à la pointe de buse ★ DOKTEK : dérivé/interpolé

◆ essai ; pas de production en série

‡ Focalisation positive : le tableau source la donne ainsi ; Bodor/GYC décrivent une focalisation négative ou proche de zéro sous N_2 — vérifiez sur la machine. Le signe concerne les lignes N_2 et N_2/air dont le premier nombre de focalisation est positif.

Source des données : KRRASS 12 kW (acier doux/inox épais : 50 µm ; Al/laiton/cuivre/inox mince : 100 µm); https://www.krrass.com/12kw-fiber-laser-cutting-machine-cutting-parameters/ ; https://www.krrass.com/12000w-fiber-laser-cutting-machine-parameters/; ★ DOKTEK : dérivé/interpolé ; ◆ Essai / limite de capacité / référence de recette incomplète ; pas pour la production en série.

9.10 15 kW (15000 W)

SOURCE / CŒUR	TÊTE / OPTIQUE	PURETÉ DU GAZ	AIR COMPRIMÉ
MAX/Raycus/IPG · multimodule · 100 µm	Jiaqiang (nom dans la source) · 100/125	O_2 ≥ 99,95 % (3.5) · N_2 ≥ 99,995 % ; travaux de qualité : 5.0 (99,999 %) · H_2O < 5 ppm · HC < 1 ppm	Sec, sans huile · filtre 0,01 µm

Épaisseur mm	Gaz	Pression bar	Buse type · Ø mm	Hauteur mm	Focalisation mm	Puissance W	Vitesse initiale m/min	Vitesse max. m/min
Acier doux Suivez le gaz et la puissance de chaque ligne.								
1	N_2 / Air	10	S2,0	1	0	15000	**51**	60 – 80
2	N_2 / Air	10	S2,0	0,5	0	15000	**43**	50 – 60
3	N_2 / Air	12	S3,0	0,5	0	15000	**26**	30 – 33
4	N_2 / Air	12	S3,0	0,5	0	15000	**20**	23 – 26
5	N_2 / Air	12	S3,5	0,5	0	15000	**17**	20 – 22
6	N_2 / Air	12	S3,5	0,5	0	15000	**14**	17 – 19
8	N_2 / Air	12	S4,0	0,5	-1	15000	**9,4**	11 – 12
10	N_2 / Air	13	S4,0	0,5	-1	15000	**6,0**	7 – 8
12	N_2 / Air	13	S4,5	0,5	-2	15000	**4,3**	5 – 6
14	N_2 / Air	15	S4,5	0,5	-6	15000	**3,4**	4 – 4,5
16	N_2 / Air	16	S5,0	0,5	-8	15000	**2,6**	3 – 3,5
10	O_2	0,6	D1,2	0,5	+8	6000	**1,7**	2 – 2,3
12	O_2	0,6	D1,2	0,5	+8	7500	**1,5**	1,8 – 2,1
14	O_2	0,6	D1,4	0,5	+9	8500	**1,4**	1,7 – 1,9
16	O_2	0,6	D1,4	0,5	+10	9500	**1,4**	1,6 – 1,7
20	O_2	0,6	D1,6	0,5	+12	15000	**1,2**	1,4 – 1,6
22	O_2	0,7	D1,6	0,5	+12	15000	**1,0**	1,2 – 1,4
25	O_2	0,7	S1,4	0,3	+13	15000	**0,85**	1 – 1,2
30	O_2	0,9	S1,6	0,3	+12	15000	**0,34**	0,4 – 1
40	O_2	1,3	S1,8	0,3	+13	15000	**0,17**	0,2 – 0,3
50	O_2	1,5	S1,8	0,3	+13	15000	**0,09**	0,1 – 0,2
Inox N_2 ; air si une ligne source existe.								
1	N_2	10	S2,0	1	0	15000	**51**	60 – 80
2	N_2	12	S2,0	0,5	0	15000	**34**	40 – 50
3	N_2	13	S3,5	0,5	0	15000	**29**	34 – 38
4	N_2	12	S3,5	0,5	-1	15000	**20**	23 – 30
5	N_2	13	S4,0	0,5	-1	15000	**15**	18 – 23
6	N_2	13	S4,5	0,5	-2	15000	**14**	16 – 19
8	N_2	13	S5,0	0,5	-3	15000	**8,5**	10 – 12
10	N_2	14	S5,0	0,5	-4	15000	**6,8**	8 – 10
12	N_2	15	S5,0	0,5	-5	15000	**5,1**	6 – 7
14	N_2	15	S5,0	0,5	-7	15000	**3,0**	3,5 – 4,5
16	N_2	16	S5,0	0,5	-8	15000	**2,1**	2,5 – 3,5
18	N_2	18	S5,0	0,5	-9	15000	**1,5**	1,8 – 2,3
20	N_2	20	S5,0	0,5	-11	15000	**1,3**	1,5 – 2
25	N_2	25	S5,0	0,5	-13	15000	**0,77**	0,9 – 1,2
30	N_2	25	S5,0	0,5	-16	15000	**0,26**	0,3 – 0,4
40	N_2	25	S5,0	0,5	+8‡	15000	**0,13**	0,15 – 0,2
50	N_2	25	S5,0	0,5	+9‡	15000	**0,09**	0,1 – 0,15

Épaisseur mm	Gaz	Pression bar	Buse type · Ø mm	Hauteur mm	Focalisation mm	Puissance W	Vitesse initiale m/min	Vitesse max. m/min
1	Air	10	S3,0	1	-1	15000	**51**	60 – 80
2	Air	12	S3,0	0,5	-1	15000	**34**	40 – 60
3	Air	13	S3,5	0,5	-1	15000	**26**	30 – 35
4	Air	14	S3,5	0,5	-2	15000	**21**	25 – 28
5	Air	16	S4,0	0,5	-4	15000	**19**	22 – 25
6	Air	16	S4,5	0,5	-4	15000	**15**	18 – 20
8	Air	16	S4,5	0,5	-4	15000	**8,5**	10 – 12
10	Air	16	S4,5	0,5	-5	15000	**6,8**	8 – 9
12	Air	18	S4,5	0,5	-6	15000	**5,1**	6 – 7
14	Air	18	S5,0	0,5	-8	15000	**3,4**	4 – 4,2
16	Air	20	S5,0	0,5	-10	15000	**2,1**	2,5 – 3
18	Air	20	S5,0	0,5	-10	15000	**1,7**	2 – 2,3
20	Air	25	S5,0	0,5	-15	15000	**1,5**	1,8 – 2
25	Air	25	S6,0	0,5	-19	15000	**1,0**	1,2 – 1,4
30	Air	25	S6,0	0,5	-21	15000	**0,68**	0,8 – 1
35	Air	25	S6,0	0,5	-24	15000	**0,34**	0,4 – 0,6
Acier galvanisé ★ Acier doux N_2/air × 0,85 ; sinon inox N_2 × 0,95. Jusqu'à 6 mm.								
1 ★	N_2 / Air	10	S2,0	1	0	15000	**43**	51 – 68
2 ★	N_2 / Air	10	S2,0	0,5	0	15000	**36**	43 – 51
3 ★	N_2 / Air	12	S3,0	0,5	0	15000	**22**	26 – 28
4 ★	N_2 / Air	12	S3,0	0,5	0	15000	**17**	20 – 22
5 ★	N_2 / Air	12	S3,5	0,5	0	15000	**14**	17 – 19
6 ★	N_2 / Air	12	S3,5	0,5	0	15000	**12**	14 – 16
Aluminium Forte réflectivité ; vérifiez source/tête.								
1	N_2	10	S3,0	0,6	0	15000	**51**	60 – 70
2	N_2	12	S3,0	0,5	-1	15000	**34**	40 – 50
3	N_2	14	S3,0	0,5	-1	15000	**29**	34 – 40
4	N_2	14	S3,5	0,5	-2	15000	**18**	21 – 26
5	N_2	14	S3,5	0,5	-3	15000	**14**	16 – 20
6	N_2	14	S4,0	0,5	-4	15000	**11**	13 – 15
8	N_2	16	S4,0	0,5	-6	15000	**7,7**	9 – 11
10	N_2	16	S4,5	0,5	-7	15000	**5,1**	6 – 8
12	N_2	16	S4,5	0,5	-9	15000	**2,1**	2,5 – 4
14	N_2	16	S5,0	0,5	-9	15000	**1,7**	2 – 3
16	N_2	18	S5,0	0,5	-10	15000	**1,3**	1,5 – 2
18	N_2	18	S5,0	0,5	-11	15000	**1,1**	1,3 – 1,8
20	N_2	20	S5,0	0,3	-13	15000	**0,68**	0,8 – 1,3
25	N_2	25	S5,0	0,5	-14	15000	**0,43**	0,5 – 0,7
30	N_2	25	S5,0	0,5	-17	15000	**0,34**	0,4 – 0,5
40	N_2	25	S5,0	0,5	+8‡	15000	**0,17**	0,2 – 0,3
50	N_2	25	S5,0	0,5	+9‡	15000	**0,09**	0,1 – 0,2
Laiton Forte réflectivité.								
1	N_2	12	S2,0	1	0	15000	**43**	50 – 60
2	N_2	12	S2,0	0,5	-1	15000	**32**	38 – 42
3	N_2	12	S3,0	0,5	-1	15000	**21**	25 – 30
4	N_2	12	S3,5	0,5	-2	15000	**17**	20 – 24

Épaisseur mm	Gaz	Pression bar	Buse type · Ø mm	Hauteur mm	Focalisation mm	Puissance W	Vitesse initiale m/min	Vitesse max. m/min
5	N_2	14	◯ **S3,5**	0,5	-3	15000	**15**	18 – 21
6	N_2	14	◯ **S4,0**	0,5	-3	15000	**7,7**	9 – 11
8	N_2	14	◯ **S4,0**	0,5	-4	15000	**6,0**	7 – 9
10	N_2	14	◯ **S4,5**	0,5	-5	15000	**4,3**	5 – 6
12	N_2	14	◯ **S4,5**	0,5	-5	15000	**2,6**	3 – 3,5
14	N_2	16	◯ **S4,5**	0,5	-8	15000	**2,1**	2,5 – 3
16	N_2	18	◯ **S5,0**	0,5	-11	15000	**1,1**	1,3 – 1,5
18	N_2	18	◯ **S5,0**	0,5	-11	15000	**0,85**	1 – 1,2
20	N_2	18	◯ **S5,0**	0,3	-12	15000	**0,51**	0,6 – 0,8
Cuivre Suivez le gaz de la ligne source ; forte réflectivité.								
1	O_2	10	◯ **S2,0**	0,6	-0,5	15000	**32**	38 – 42
2	O_2	10	◯ **S2,0**	0,5	-1	15000	**24**	28 – 32
3	O_2	10	◯ **S3,0**	0,5	-2	15000	**17**	20 – 24
4	O_2	12	◯ **S3,5**	0,5	-3	15000	**12**	14 – 16
5	O_2	12	◯ **S3,5**	0,5	-4,5	15000	**6,8**	8 – 10
6	O_2	13	◯ **S4,0**	0,5	-5	15000	**5,1**	6 – 7
8	O_2	13	◯ **S4,0**	0,5	-6	15000	**2,1**	2,5 – 3,5
10	O_2	14	◯ **S4,0**	0,5	-8	15000	**1,3**	1,5 – 2

S buse simple couche · D double couche + / – valeur de commande : vérifiez la référence à la pointe de buse ★ DOKTEK : dérivé/interpolé

◆ essai ; pas de production en série

‡ Focalisation positive : le tableau source la donne ainsi ; Bodor/GYC décrivent une focalisation négative ou proche de zéro sous N_2 — vérifiez sur la machine. Le signe concerne les lignes N_2 et N_2/air dont le premier nombre de focalisation est positif.

Source des données : KRRASS 15000 W ; vérification des épaisseurs : BSM15; https://www.krrass.com/1500w-fiber-laser-cutting-machine-cutting-parameters/ ; https://www.bestsheetmetalmachine.com/15000w-laser-cutting-parameters/; ★ DOKTEK : dérivé/interpolé ; ◆ Essai / limite de capacité / référence de recette incomplète ; pas pour la production en série.

9.11 20 kW (20000 W) ★

! Tableau interpolé

Aucun tableau publié complet pour cette puissance. Les valeurs sont interpolées entre puissances voisines. Validez par des essais de coupe.

À 20 kW, les lignes aluminium, laiton et cuivre sont des données réelles du fabricant à 20000 W, sans ★. Acier doux et inox : interpolation ★.

SOURCE / CŒUR	TÊTE / OPTIQUE	PURETÉ DU GAZ	AIR COMPRIMÉ
★ Interpolation 15–30 kW ; Al/laiton/cuivre : 20000 W réels · 100 µm (tableaux voisins)	Ligne 30 kW ; modèle non indiqué · Non indiqué dans la source	O_2 ≥ 99,95 % (3.5) · N_2 ≥ 99,995 % ; travaux de qualité : 5.0 (99,999 %) · H_2O < 5 ppm · HC < 1 ppm	Sec, sans huile · filtre 0,01 µm

Épaisseur mm	Gaz	Pression bar	Buse type · Ø mm	Hauteur mm	Focalisation mm	Puissance W	Vitesse initiale m/min	Vitesse max. m/min
Acier doux Suivez le gaz et la puissance de chaque ligne.								
8 ★	N_2 / Air	10	S4,5	0,5	-1	20000	**12**	14 – 16
10 ★	N_2 / Air	10	S4,5	0,5	-2	20000	**8,2**	9,7 – 12
12 ★	N_2 / Air	12	S4,5	0,5	-3	20000	**5,7**	6,7 – 8,7
14 ★	N_2 / Air	14	S4,5	0,5	-3	20000	**4,8**	5,7 – 6,5
16 ★	N_2 / Air	14	S5,0	0,5	-4	20000	**4,0**	4,7 – 5,5
10 ★	O_2	0,6	D1,2	0,6	+8	6000	**1,8**	2,1 – 2,4
12 ★	O_2	0,6	D1,2	0,6	+9	6500	**1,6**	1,8 – 2,1
14 ★	O_2	0,6	D1,4	0,6	+10	8000	**1,5**	1,7 – 1,9
16 ★	O_2	0,6	D1,4	0,6	+11	8500	**1,4**	1,6 – 1,7
20 ★	O_2	0,5	S1,5	0,3	+12 / +13,5	11000	**1,2**	1,4 – 1,6
22 ★	O_2	0,5	S1,6	0,3	+12 / +13,5	12000	**1,0**	1,2 – 1,4
25 ★	O_2	0,5	S1,6	0,3	+13 / +14,5	12000	**0,92**	1,1 – 1,3
30 ★	O_2	0,8	S1,6	0,3	+13 / +14,5	17000	**0,54**	0,63 – 1,1
40 ★	O_2	1,2	S1,8	0,3	+14 / +15	20000	**0,37**	0,43 – 0,57
50 ★	O_2	1,3	S1,8	0,3	+15 / +16	20000	**0,17**	0,2 – 0,3
Inox N_2 ; air si une ligne source existe.								
6 ★	N_2	8	S4,5	0,5	+1 / -2‡	20000	**18**	21 – 24
8 ★	N_2	8	S5,0	0,5	-1 / -2	20000	**13**	15 – 17
10 ★	N_2	8	S5,0	0,5	-1 / -3	20000	**10**	12 – 14
12 ★	N_2	10	S5,0	0,5	-1 / -5	20000	**7,7**	9 – 10
14 ★	N_2	14	S5,0	0,5	-3 / -5	20000	**4,8**	5,7 – 7
16 ★	N_2	14	S5,0	0,5	-4 / -5	20000	**3,8**	4,5 – 5,7
18 ★	N_2	16	S5,0	0,5	-5 / -6	20000	**2,7**	3,2 – 3,9
20 ★	N_2	20	S6,0	0,5	-5 / -6	20000	**2,3**	2,7 – 3,3
25 ★	N_2	20	S6,0	0,5	-6,5 / -7,5	20000	**1,4**	1,6 – 2,1
30 ★	N_2	25	S8,0	0,3	-9,5 / -10,5	20000	**0,74**	0,87 – 1,1
40 ★◆	N_2	25	S8,0	0,3	-15 / -16,5	20000	**0,34**	0,4 – 0,53
50 ★◆	N_2	25	S6,0	0,3	+8‡	20000	**0,11**	0,13 – 0,18
Acier galvanisé ★ Acier doux N_2/air × 0,85 ; sinon inox N_2 × 0,95. Jusqu'à 6 mm.								
6 ★	N_2 / Air	8	S4,5	0,5	+1 / -2‡	20000	**17**	20 – 23
Aluminium Forte réflectivité ; vérifiez source/tête.								
1	N_2	8	S3,0	0,5	0	20000	**51**	60 – 80

Épaisseur mm	Gaz	Pression bar	Buse type · Ø mm	Hauteur mm	Focalisation mm	Puissance W	Vitesse initiale m/min	Vitesse max. m/min
2	N_2	8	◯ S3,0	0,5	0	20000	**43**	50 – 60
3	N_2	8	◯ S3,0	0,5	-1	20000	**30**	35 – 45
4	N_2	8	◯ S3,0	0,5	-1	20000	**26**	30 – 40
5	N_2	10	◯ S4,5	0,5	-2	20000	**17**	20 – 25
6	N_2	10	◯ S4,5	0,5	-2	20000	**13**	15 – 22
8	N_2	10	◯ S5,0	0,5	-3	20000	**12**	14 – 20
10	N_2	10	◯ S5,0	0,5	-3	20000	**6,8**	8 – 10
12	N_2	10	◯ S5,0	0,5	-4	20000	**6,0**	7 – 8
14	N_2	12	◯ S5,0	0,5	-5	20000	**3,4**	4 – 6
16	N_2	14	◯ S5,0	0,5	-6	20000	**2,6**	3 – 4,5
18	N_2	14	◯ S5,0	0,5	-6	20000	**2,0**	2,3 – 3
20	N_2	16	◯ S5,0	0,5	-7	20000	**1,7**	2 – 2,3
25	N_2	18	◯ S6,0	0,5	-8	20000	**0,85**	1 – 1,5
30	N_2	20	◯ S6,0	0,5	-8	20000	**0,51**	0,6 – 0,8
40 ◆	N_2	25	◯ S6,0	0,5	+8‡	20000	**0,26**	0,3 – 0,6
50 ◆	N_2	28	◯ S6,0	0,5	+8‡	20000	**0,26**	0,3 – 0,4
60 ◆	N_2	28	◯ S6,0	0,5	+8‡	20000	**0,17**	0,2 – 0,3
Laiton Forte réflectivité.								
1	N_2	10	◯ S3,0	0,5	0	20000	**43**	50 – 60
2	N_2	10	◯ S3,5	0,5	0	20000	**30**	35 – 45
3	N_2	10	◯ S3,5	0,5	0	20000	**24**	28 – 35
4	N_2	10	◯ S3,5	0,5	-1	20000	**20**	23 – 28
5	N_2	12	◯ S4,5	0,5	-1	20000	**13**	15 – 20
6	N_2	12	◯ S4,5	0,5	-1,5	20000	**10**	12 – 15
8	N_2	12	◯ S5,0	0,5	-2	20000	**6,8**	8 – 10
10	N_2	13	◯ S5,0	0,5	-3	20000	**4,3**	5 – 7
12	N_2	14	◯ S5,0	0,5	-3	20000	**3,0**	3,5 – 5,5
14	N_2	14	◯ S5,0	0,5	-4	20000	**2,6**	3 – 4,5
16	N_2	14	◯ S5,0	0,5	-5	20000	**1,7**	2 – 3
18	N_2	16	◯ S5,0	0,5	-6	20000	**0,85**	1 – 1,5
20	N_2	18	◯ S6,0	0,5	-6,5	20000	**0,60**	0,7 – 0,9
Cuivre Suivez le gaz de la ligne source ; forte réflectivité.								
1	O_2	8	◯ S3,0	0,5	0	20000	**26**	30 – 40
2	O_2	8	◯ S3,0	0,5	0	20000	**19**	22 – 30
3	O_2	8	◯ S3,5	0,5	0	20000	**17**	20 – 25
4	O_2	10	◯ S3,5	0,5	-1	20000	**13**	15 – 18
5	O_2	10	◯ S5,0	0,5	-1	20000	**10**	12 – 14
6	O_2	10	◯ S5,0	0,5	-2	20000	**6,0**	7 – 9
8	O_2	10	◯ S5,0	0,5	-3	20000	**3,8**	4,5 – 5,5
10	O_2	12	◯ S5,0	0,5	-4	20000	**2,6**	3 – 3,5
12 ◆	O_2	14	◯ S5,0	0,5	-5	20000	**1,7**	2 – 2,5

S buse simple couche · D double couche + / – valeur de commande : vérifiez la référence à la pointe de buse ★ DOKTEK : dérivé/interpolé

◆ essai ; pas de production en série

‡ Focalisation positive : le tableau source la donne ainsi ; Bodor/GYC décrivent une focalisation négative ou proche de zéro sous N_2 — vérifiez sur la machine. Le signe concerne les lignes N_2 et N_2/air dont le premier nombre de focalisation est positif.

Source des données : KRRASS 15 kW + bestsheetmetalmachine 30000W (lignes 20000 W incluses); https://www.krrass.com/1500w-fiber-laser-cutting-machine-cutting-parameters/ ; https://www.bestsheetmetalmachine.com/30000w-laser-cutting-parameters/; ★ DOKTEK : dérivé/interpolé ; ◆ Essai / limite de capacité / référence de recette incomplète ; pas pour la production en série.

★ Les plages de vitesse sont imprimées avec deux décimales au maximum.

9.12 30 kW (30000 W)

SOURCE / CŒUR	TÊTE / OPTIQUE	PURETÉ DU GAZ	AIR COMPRIMÉ
Classe 30 kW · multimodule · 100 µm	Modèle non indiqué dans la source · Non indiqué dans la source	O_2 ≥ 99,95 % (3.5) · N_2 ≥ 99,995 % ; travaux de qualité : 5.0 (99,999 %) · H_2O < 5 ppm · HC < 1 ppm	Sec, sans huile · filtre 0,01 µm

Épaisseur mm	Gaz	Pression bar	Buse type · Ø mm	Hauteur mm	Focalisation mm	Puissance W	Vitesse initiale m/min	Vitesse max. m/min
Acier doux Suivez le gaz et la puissance de chaque ligne.								
8	N_2 / Air	10	S4,5	0,5	-1	30000	**17**	20 – 25
10	N_2 / Air	10	S4,5	0,5	-2	30000	**13**	15 – 20
12	N_2 / Air	12	S4,5	0,5	-3	30000	**8,5**	10 – 14
14	N_2 / Air	14	S4,5	0,5	-3	30000	**7,7**	9 – 10,5
16	N_2 / Air	14	S5,0	0,5	-4	30000	**6,8**	8 – 9,5
18	N_2 / Air	20	S5,0	0,5	-7	30000	**5,1**	6 – 7
20	N_2 / Air	25	S6,0	0,5	-10	30000	**3,4**	4 – 5
10	O_2	0,6	D1,2	0,6	+8	6000	**1,9**	2,2 – 2,5
12	O_2	0,6	D1,2	0,6	+9	6500	**1,6**	1,9 – 2,1
14	O_2	0,6	D1,4	0,6	+10	8000	**1,5**	1,8 – 1,9
16	O_2	0,6	D1,4	0,6	+11	8500	**1,4**	1,6 – 1,8
18	O_2	0,5	S1,5	0,3	+12 / +13	11000	**1,3**	1,5 – 1,7
20	O_2	0,5	S1,5	0,3	+12 / +13,5	11000	**1,3**	1,5 – 1,6
22	O_2	0,5	S1,6	0,3	+12 / +13,5	12000	**1,1**	1,3 – 1,5
25	O_2	0,5	S1,6	0,3	+13 / +14,5	12000	**1,1**	1,25 – 1,4
30	O_2	0,8	S1,6	0,3	+13 / +14,5	17000	**0,94**	1,1 – 1,3
35	O_2	1	S1,7	0,3	+13,8 / +14,5	17000	**0,94**	1,1 – 1,2
40	O_2	1,2	S1,8	0,3	+14 / +15	20000	**0,77**	0,9 – 1,1
45	O_2	1,2	S1,8	0,3	+15 / +16	28000	**0,60**	0,7 – 0,9
50	O_2	1,3	S1,8	0,3	+15 / +16	30000	**0,34**	0,4 – 0,5
60 ◆	O_2	1,6	S1,8	0,3	+16 / +17	30000	**0,17**	0,2 – 0,3
70 ◆	O_2	1,6	S1,8	0,3	+16 / +17	30000	**0,09**	0,1 – 0,2
80 ◆	O_2	1,6	S1,8	0,3	+16 / +17	30000	**0,09**	0,1 – 0,15
Inox N_2 ; air si une ligne source existe.								
6	N_2	8	S4,5	0,5	+1 / -2‡	30000	**26**	30 – 35
8	N_2	8	S5,0	0,5	-1 / -2	30000	**21**	25 – 28
10	N_2	8	S5,0	0,5	-1 / -3	30000	**17**	20 – 22
12	N_2	10	S5,0	0,5	-1 / -5	30000	**13**	15 – 17
14	N_2	14	S5,0	0,5	-3 / -5	30000	**8,5**	10 – 12
16	N_2	14	S5,0	0,5	-4 / -5	30000	**7,2**	8,5 – 10
18	N_2	16	S5,0	0,5	-5 / -6	30000	**5,1**	6 – 7
20	N_2	20	S6,0	0,5	-5 / -6	30000	**4,3**	5 – 6
25	N_2	20	S6,0	0,5	-6,5 / -7,5	30000	**2,6**	3 – 4
30	N_2	25	S8,0	0,3	-9,5 / -10,5	30000	**1,7**	2 – 2,5
35	N_2	25	S8,0	0,3	-11 / -13	30000	**1,3**	1,5 – 1,8
40 ◆	N_2	25	S8,0	0,3	-15 / -16,5	30000	**0,77**	0,9 – 1,2
50 ◆	N_2	25	S6,0	0,3	+8‡	30000	**0,17**	0,2 – 0,25
60 ◆	N_2	25	S6,0	0,3	+9‡	30000	**0,13**	0,15 – 0,2
70 ◆	N_2	25	S8,0	0,3	+9‡	30000	**0,09**	0,1 – 0,15

Épaisseur mm	Gaz	Pression bar	Buse type · Ø mm	Hauteur mm	Focalisation mm	Puissance W	Vitesse initiale m/min	Vitesse max. m/min
80 ◆	N_2	25	◯ **S8,0**	0,3	+9‡	30000	**0,07**	0,08 – 0,12
90 ◆	N_2	25	◯ **S8,0**	0,3	+9‡	30000	**0,04**	0,05 – 0,1
100 ◆	N_2	25	◯ **S8,0**	0,3	+9‡	30000	**0,04**	0,05 – 0,08
Acier galvanisé ★ Acier doux N_2/air × 0,85 ; sinon inox N_2 × 0,95. Jusqu'à 6 mm.								
6 ★	N_2 / Air	8	◯ **S4,5**	0,5	+1 / -2‡	30000	**24**	29 – 33

S buse simple couche · D double couche + / – valeur de commande : vérifiez la référence à la pointe de buse ★ DOKTEK : dérivé/interpolé

◆ essai ; pas de production en série

‡ Focalisation positive : le tableau source la donne ainsi ; Bodor/GYC décrivent une focalisation négative ou proche de zéro sous N_2 — vérifiez sur la machine. Le signe concerne les lignes N_2 et N_2/air dont le premier nombre de focalisation est positif.

Source des données : bestsheetmetalmachine 30000W; https://www.bestsheetmetalmachine.com/30000w-laser-cutting-parameters/; ★ DOKTEK : dérivé/interpolé ; ◆ Essai / limite de capacité / référence de recette incomplète ; pas pour la production en série.

Aluminium: Commencez par le tableau 20 kW; Laiton: Commencez par le tableau 20 kW; Cuivre: Commencez par le tableau 20 kW.

10

Notes par matériau

Deux tôles de même épaisseur peuvent réagir différemment. Consignez nuance, surface, revêtement et lot. Après changement de matériau, ne lancez pas directement l'ancienne recette en série ; revalidez l'échantillon.

10.1 Acier doux : S235 et S355

N'enregistrez pas les aciers de construction S235 et S355 sous le seul nom « acier doux ». Nuance, surface et lot influent sur la coupe. En O_2 épais, les variations de surface et de composition chimique peuvent modifier la stabilité de combustion. Une recette validée pour une épaisseur doit être contrôlée sur un autre lot.

Contrôlez la calamine avant réception de la tôle. Dans l'étude de Yamane et al., une calamine mince (20–40 µm), bien adhérente et à surface régulière est associée à une meilleure qualité de coupe ; elle peut aider la coupe à l'O_2. Vérifiez son uniformité sur toute la tôle. Toute tôle calaminée n'est pas défectueuse ; rouille friable, sable et saletés peuvent perturber perçage, débit de gaz et suivi capacitif.

Règle DOKTEK — sans source primaire : En présence de calamine écaillée ou de rouille, refaites un essai avec une recette plus prudente ou refusez la tôle. Aucun coefficient universel de vitesse/pression n'est donné pour « adapter prudemment la recette ». Préparez la surface par une méthode adaptée ; ne lancez pas la série avant acceptation de l'éprouvette. Le constat de Yamane et al. n'est pas une procédure de réception prescrite.

Yamane et al. — QJJWS 41(2)

- Excluez de l'imbrication les zones profondément rayées, écaillées ou fortement rouillées.
- Mesurez les tôles déformées ; vérifiez un suivi fiable par le capteur de hauteur.
- Précisez sur l'ordre la préparation du chant oxydé avant peinture ou soudage.
- Si la coupe varie d'une zone à l'autre, contrôlez surface et accumulation thermique.

Source : Linde « Laser cutting advice » cite rouille, peinture, calamine et rayures profondes parmi les facteurs de qualité liés à l'état du matériau.

10.2 Inox : 304, 316 et film protecteur

Identifiez séparément 304 et 316 en stock et en recette. Pour un chant sans oxydation, utilisez du N_2 de pureté adaptée. N'attribuez pas un chant jaune/bleu uniquement à la focalisation ; contrôlez pureté, air dans le circuit commun et temporisation selon la section 7.2.

Utilisez une pureté N_2 d'au moins 99,995 % ; visez 5.0 (99,999 %) pour un chant brillant/sans oxyde. Vérifiez H_2O < 5 ppm et HC < 1 ppm sur le certificat de fourniture ; contrôlez gaz et circuit selon la section 7.2.

Dans l'application à film simple face de ce guide, gardez le film dessus. Utilisez un film compatible laser ; tout film plastique ne convient pas. Pour un film double face ou différent, obtenez les instructions du fabricant. Repérez orientation et face visible avant l'imbrication.

Objectif : Ouvrez le film de façon contrôlée pour préserver chant et surface.

Éléments nécessaires : Informations du film, aspiration adaptée, recette film approuvée et échantillon identique.

1. Vérifiez compatibilité laser et adhérence du film. Recherchez zones cloquées ou déchirées.
2. Chargez avec film dessus et bonne orientation visible.
3. Utilisez si nécessaire le prépassage ou la vaporisation du film approuvés. Ce passage n'a pas la même recette que la coupe du métal.
4. Découpez l'échantillon. Recherchez brûlures en face supérieure, film soulevé, résidus adhésifs et bavures inférieures.
5. Consignez le résultat conforme avec type de film et lot de tôle. Ne transposez pas en série un échantillon défectueux.

> **Attention**
>
> Ne vaporisez pas un film inconnu au laser. Aspirez efficacement ses fumées ; ne découpez pas sans aspiration. Surveillez dépôts de film et encrassement de la vitre.

Pourquoi ? Le film et la colle réagissent différemment du métal. Un mauvais passage peut altérer la surface et déstabiliser le début de coupe.

10.3 Acier galvanisé : tenir compte du zinc

Préférez N_2 ou un air sec, déshuilé et adapté pour le galvanisé. **O_2 est déconseillé ; GWEIKE le prévoit à ≥3 mm après essai sur éprouvette.** O_2 peut accentuer réaction du zinc, brûlure du revêtement, projections et contamination optique. Maintenez une aspiration efficace ; ne copiez pas une recette acier doux sur le galvanisé.

Épaisseur de zinc et traitement de surface modifient perçage, projections et chant. Renouvelez l'échantillon si le revêtement change, même à épaisseur de tôle identique. Contrôlez la vitre à la première pièce et au début du poste ; augmentez la fréquence selon l'encrassement observé. Ouvrez son tiroir uniquement en état sûr et en milieu propre.

> **Fumées de zinc et encrassement optique**
>
> Les fumées de zinc sont nocives et peuvent provoquer la fièvre des métaux. Ne découpez pas sans aspiration locale efficace. Les projections de zinc peuvent salir rapidement la vitre. L'odeur ou les fumées visibles ne sont pas à elles seules un critère de sécurité.

- Consignez revêtement et lot sur l'ordre.
- Vérifiez l'aspiration dans la zone de coupe.
- Évaluez séparément tout film, peinture ou traitement supplémentaire.
- Pour les bavures inférieures, contrôlez d'abord recette, buse et débit ; essayez un seul paramètre.

Distinguez combustion du revêtement et coupe non traversante du métal. Un revêtement ouvert dessus ne prouve pas la traversée complète. Examinez aussi le dessous de l'échantillon.

Choix du gaz : guide galvanisé GWEIKE. Pour vitesse et recette complète, voir chapitre 9 ; une référence incomplète n'est pas une recette de série.

10.4 Aluminium : oxyde de surface et bavures

L'aluminium réfléchit le faisceau et conduit rapidement la chaleur. Oxyde superficiel et métal de base réagissent différemment. Consignez alliage, surface et planéité. Validez la compatibilité aluminium auprès des fabricants de la source et de la tête.

Le N_2 est courant pour un chant propre. L'air est possible avec recette adaptée et chant accepté. Évaluez oxydation et coloration du chant à l'air pour le soudage ou la peinture ultérieurs. N'appliquez pas la même recette à tous les alliages.

Vitesse, focalisation et évacuation du gaz peuvent agir ensemble sur les bavures adhérentes inférieures. Vérifiez d'abord buse intacte et centrée et débit suffisant pendant la coupe. Examinez la vitre. Faites ensuite un essai à un paramètre selon la section 13.3.

Mesurez après refroidissement. La déformation d'une pièce mince et longue ne se corrige pas uniquement par compensation de saignée. Évaluez imbrication, chaleur et micro-attaches.

10.5 Laiton et cuivre : retours de faisceau

Le faisceau réfléchi par le laiton ou le cuivre peut endommager la source. La compatibilité dépend du type et du modèle. Ne vous fiez pas à la marque ou à la puissance seules ; vérifiez l'approbation du fabricant pour la source, le raccord optique et la tête utilisés.

> **Protection contre les retours de faisceau**
>
> Ne désactivez ni protection ni alarme de retour. Ne faites pas d'essai laiton/cuivre sur un système non validé. La protection ne garantit pas l'absence de dommage dans toutes les conditions. Si la coupe est instable ou la protection déclenchée, arrêtez selon la procédure du fabricant.

Les sources divergent pour le cuivre : le fabricant chinois de sources laser BWT prescrit O_2 haute pression, tandis que le fournisseur occidental Boss Laser considère N_2 comme choix habituel. Une compilation publiée au nom d'IPG contient aussi des exemples N_2/air ; ce n'est pas une recette gaz IPG de source primaire. Ne considérez pas les gaz comme équivalents ; obtenez l'accord cuivre et une recette complète du fabricant de la source/tête.

Le document local Maxphotonics MFSC/MFMC contient des lignes laiton ; n'en déduisez pas de paramètres cuivre. Ne transposez pas les réglages du laiton au cuivre ou du cuivre à l'aluminium. Contrôlez particulièrement la stabilité du premier perçage et de la transition.

Propreté, revêtement et lot du cuivre/laiton influent aussi. Activez l'aspiration nécessaire ; ne touchez pas une pièce chaude à mains nues. Ne compensez pas une vitre sale par plus de puissance.

Précautions BWT pour cuivre/aluminium à ≥10 kW : utilisez le mode onde continue (CW) à pleine puissance uniquement sur un système adapté ; choisissez la plus petite buse fonctionnelle et réduisez la vitesse de série à ≈80 % de celle de l'éprouvette réussie. Maintenez le gaz de refroidissement de buse en continu. Ces conseils ne dépassent pas les limites machine ; ne transposez pas l'O_2 haute pression du cuivre à l'acier doux.

BWT

10.6 Tôles revêtues et peintes

Peinture, huile, film et revêtement métallique changent l'amorçage et les fumées. Identifiez le revêtement avant production. Ne tentez pas de reconnaître un revêtement inconnu par essai de coupe ; utilisez les informations du fournisseur et la méthode approuvée de l'entreprise.

Contrôle	Information à consigner sur l'ordre	Acceptation
Matériau et surface	Nuance du métal de base, type de revêtement, face et lot.	Conformes à la recette.
Fumées et nettoyage	Aspiration requise, méthode de nettoyage des résidus.	Méthode approuvée disponible.
Face visible	Orientation haut/bas, sens du film, brûlure admissible.	Échantillon conforme aux exigences client/travail.
Opération suivante	Soudage, pliage, peinture et préparation du chant.	Chant compatible avec cette opération.

Examinez séparément dessus, bord inférieur, trous et amorces. Ne consignez pas seulement « bon résultat » ; précisez gaz, surface et critères d'acceptation. Pour vitesse et autres paramètres, utilisez le chapitre 9; pour le diagnostic, le chapitre 13.

Accepter un nouveau lot de matériau

Objectif : Déterminez l'effet du changement avant la série.

Éléments nécessaires : Informations fournisseur, échantillon précédent approuvé, plan et fiche de relevé.

1. Comparez étiquette et commande. Vérifiez nuance, épaisseur, revêtement et lot.
2. Examinez les deux faces ; consignez rouille, huile, cloques, film et planéité. Excluez les zones défectueuses de l'imbrication.
3. Avec la recette approuvée adaptée, découpez un échantillon comportant chant droit, angle et trou.
4. Comparez l'échantillon refroidi à la pièce précédemment acceptée. Évaluez chant et finition nécessaire en plus de la vitesse.
5. Si conforme, consignez l'acceptation avec le lot. Sinon, essayez la recette dans un relevé distinct en ne changeant qu'une variable.

> **Attention**
>
> N'identifiez pas une chute sans étiquette à son aspect pour la lancer en série. N'intégrez même pas à l'acceptation sur échantillon un matériau réfléchissant sans compatibilité source/tête validée.

Pourquoi ? L'acceptation du lot aide à distinguer un défaut de surface d'une panne ou d'un problème de paramètres. Un relevé correct conserve le point de départ pour la prochaine commande identique.

Photo à ajouter depuis une machine DOKTEK — **comparaison des surfaces supérieures et chants selon le matériau**

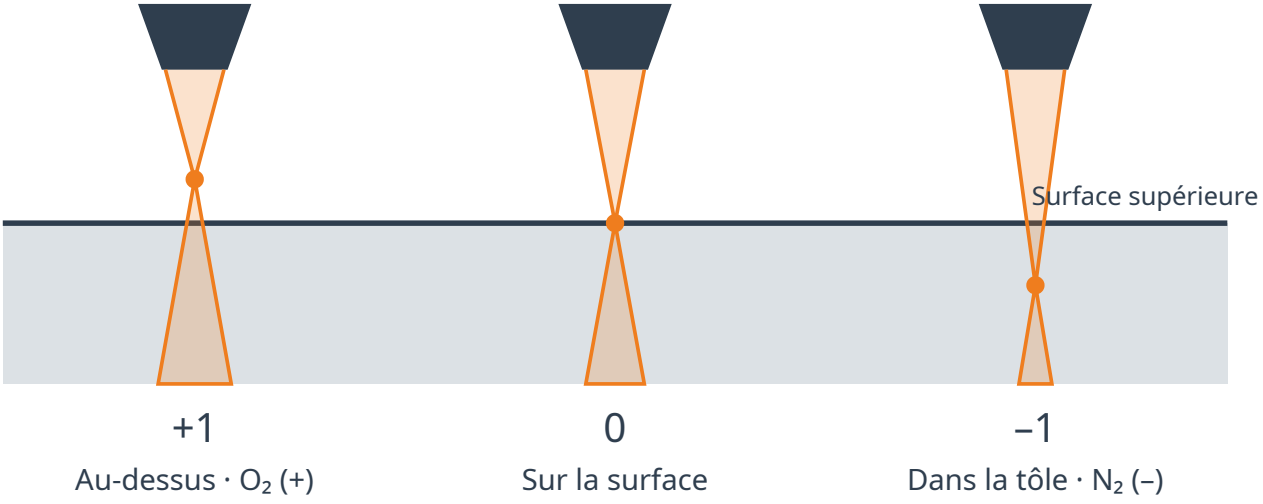
11

Focalisation, buse et hauteur

La focalisation est la position du foyer ; la hauteur de buse est la distance entre son extrémité et la tôle. Contrôlez ces valeurs séparément. Une bonne focalisation ne corrige pas un défaut de gaz dû à une buse endommagée ou décentrée.

11.1 Signe de focalisation : + / 0 / –

La convention de position physique de ce guide est **+ au-dessus de la tôle, 0 à la surface, – dans la matière**. Les valeurs Raytools/CypCut du chapitre 9 prennent en revanche la pointe de buse comme zéro ; le zéro du tableau ne désigne pas directement la surface. Avec le même sens +/–, **focalisation par rapport à la surface ≈ valeur de commande + hauteur de buse** : 0 + 1 mm → ≈1 mm au-dessus ; -1 + 1 mm → à la surface. Vérifiez la référence de votre commande dans son manuel.



+1 / 0 / –1 indiquent uniquement le sens de position ; schéma non à l'échelle, sans recette de coupe. L'association gaz–focalisation est générale.

La focalisation positive est courante sur acier doux sous O_2 ; la négative sur inox et aluminium sous N_2. À l'air, elle peut être proche de la surface ou négative selon le matériau. Ne déduisez pas sa valeur du seul gaz. Utilisez la bonne ligne du chapitre 9.

Une modification de la hauteur de buse déplace le foyer par rapport à la tôle même si la valeur de commande reste identique. Distinguez autofocus et suivi Z ; ne confondez pas échelle mécanique et valeur de focalisation étalonnée de la commande.

Raytools BM115 · Friendess CypCutPro

11.2 Effectuer l'essai de focalisation

But : Trouvez le zéro optique à la pointe de buse, puis vérifiez le test de focalisation de la commande et le sens des signes.

Nécessaire : Manuels de votre tête/commande, ruban de test approuvé, buse propre et centrée, tôle plane de 1 mm, opérateur autorisé et fiche de test.

1. Notez le modèle de tête et la référence actuelle. Contrôlez buse, bague céramique et verre de protection en état sûr.
2. Si la méthode Raytools BM115 convient à votre machine, désactivez l'émission et fixez le ruban texturé à la pointe de buse. Retirez les mains et fermez l'enceinte ; utilisez uniquement le cycle de test du fabricant.
3. À la puissance de test Raytools de 80–100 W, déplacez l'échelle de focalisation par pas de 0,5 mm pour produire des points séparés. Désactivez l'émission avant chaque changement de ruban ; cette puissance n'est pas une recette de coupe normale.
4. La position donnant le plus petit trou est le zéro optique : le foyer est à la pointe de buse. Définissez la référence uniquement selon votre habilitation et la méthode du fabricant ; retirez le ruban.
5. Refaites l'étalonnage capacitif après remplacement de la buse ou de la céramique. Après le référencement, étalonnez la hauteur sur une tôle propre et plane selon la séquence du fabricant.
6. Avec Focus Test de XC3000, coupez cinq lignes sur la tôle de 1 mm recommandée. Le manuel associe la meilleure ligne au zéro de focalisation ; distinguez ce test de commande du zéro sur ruban à la pointe de buse et vérifiez sa définition de référence.
7. Notez sens des signes, hauteur de buse et résultat. Revenez à la recette de production approuvée et coupez une éprouvette ; le meilleur chant de production ne correspond pas au zéro pour chaque matériau.

> **Attention**
> Même 80–100 W produit un rayonnement laser dangereux. Ne tirez pas enceinte ouverte et ne lancez pas la coupe normale avec le ruban en place. Appliquez cette méthode uniquement si le manuel de votre tête l'autorise. Transmettez le résultat au SAV si le réglage permanent de référence dépasse votre habilitation.

Pourquoi ? Le pointage sur ruban trouve le zéro optique à la pointe de buse ; l'étalonnage capacitif apprend la distance buse–tôle. Le test des cinq lignes contrôle la focalisation dans la commande ; consignez séparément les références des trois opérations.

Raytools BM115 · Raytools XC3000

Photo : à ajouter depuis une machine DOKTEK — **Trous sur ruban Raytools et test des cinq lignes XC3000, référence et hauteur indiquées.**

11.3 Focalisation automatique et distance focale

La tête automatique déplace ses optiques internes pour atteindre la focalisation de recette. Cette fonction est distincte de l'axe Z qui suit la surface. Elle ne dispense pas du centrage et du contrôle de hauteur après changement de buse.

Référence initiale, limites de focalisation et alarmes dépendent du modèle. Les menus varient selon la version ; la valeur se trouve généralement dans la recette de calque. Ne forcez pas par logiciel les limites de la tête. Après remplacement optique, revalidez la référence selon le fabricant.

Les distances focales de 125, 150 et 200 mm correspondent à des configurations différentes. À autres conditions optiques identiques, une focale plus longue modifie la taille et la profondeur du foyer. Une même valeur de focalisation ne donne donc pas nécessairement la même coupe avec des lentilles différentes.

Cela ne change pas automatiquement la convention +/– ; référence physique et recette adaptée changent. Ne multipliez pas la focalisation d'une lentille 125 mm par 200/125 pour créer une recette. Lentille de collimation et faisceau influent aussi. Comparez les rapports optiques 100/125 et 100/200 des données locales Max à votre tête.

11.4 Type et diamètre de buse

Buse	Utilisation générale	Contrôle
◯ **Buse simple couche (S)**	Courante en coupe par fusion N_2 et air.	Orifice, surface et compatibilité tête.
◎ **Buse double couche (D)**	Courante sur acier doux sous O_2.	Partie intérieure intacte et type adapté.
Types haute vitesse	Débits et géométries spécifiques au fabricant.	Recette spéciale, hauteur et centrage requis.

Une épaisseur et un débit accrus peuvent nécessiter un plus grand diamètre. Mais n'appliquez pas la règle « tôle épaisse = plus grande buse ». Certaines technologies O_2 puissantes utilisent de petites buses spéciales. Choisissez le diamètre dans la même recette du chapitre 9.

Un grand diamètre accroît généralement la consommation ; un mauvais diamètre peut perturber l'évacuation ou l'écoulement. S et D ne sont pas équivalentes à diamètre égal. Ne confondez pas le marquage d'une buse rapide spéciale avec S/D ; consignez le code fabricant.

La durée de vie d'une buse n'est pas fixée uniquement par le calendrier. Collisions, projections et dommages la réduisent. Au début du poste et en cas de changement de qualité, vérifiez circularité, face de l'embout et filets. N'agrandissez pas par perçage un orifice déformé ; remplacez la buse. Vérifiez ensuite centrage et, si nécessaire, étalonnage capacitif.

11.5 Centrage par essai au ruban

Objectif : Validez le centrage du laser par rapport à l'orifice.

Éléments nécessaires : Méthode approuvée du fabricant, ruban/cible adapté, impulsion d'essai définie et opérateur autorisé.

1. Arrêtez le travail. Désactivez l'émission et placez la tête en position d'intervention du fabricant. Vérifiez montage, propreté et intégrité de la buse.
2. Placez le ruban prescrit sur l'orifice. Retirez les mains du trajet du faisceau et fermez les protections.
3. Uniquement en mode de centrage/essai approuvé, appliquez l'impulsion définie la plus faible adaptée. N'utilisez pas la commande de coupe normale.
4. Désactivez de nouveau l'émission et vérifiez l'état sûr. Retirez le ruban ; examinez le centre de la trace par rapport à l'empreinte de l'orifice.
5. En cas de décalage, appliquez uniquement les réglages autorisés à l'opérateur. Ne devinez pas le sens de réglage ou le nombre de vis.
6. Recommencez avec un ruban neuf. Après validation, retirez le matériau d'essai et découpez un échantillon.

> **Attention**
>
> Cet essai émet un faisceau. Ne découpez pas normalement avec le ruban en place, ne le projetez pas avec le gaz et ne tirez pas enceinte ouverte. Si le fabricant n'approuve pas le ruban, utilisez son système de centrage fermé. N'alignez pas les optiques sans autorisation.

Pourquoi ? Un faisceau décentré ou une buse endommagée répartit mal le gaz dans la saignée. Des bavures unilatérales et une qualité variant selon la direction peuvent apparaître.

11.6 Hauteur de buse et capteur capacitif

Les familles typiques de hauteur sont 0,3–1 mm sous N_2 et 0,6–1,5 mm sous O_2. Ce ne sont ni des limites de contrôle ni des réglages universels. Le tableau local Max indique souvent 0,5 mm sous N_2 et des hauteurs variables sous O_2 selon la recette. Prenez la valeur réelle au chapitre 9.

Réduire la hauteur modifie l'interaction du gaz, mais peut augmenter collision et projections. Une buse trop haute peut dégrader évacuation et qualité. Après changement de type de buse, ne supposez pas que l'ancienne hauteur convient.

Le capteur suit la hauteur à partir du comportement électrique buse–tôle. Bague céramique, fixation de buse, surface, mise à la terre et câble influent. L'étalonnage n'est pas un réglage de focalisation de coupe. Appliquez la procédure approuvée sur tôle plane adaptée ; consultez le chapitre 3pour le déroulement détaillé.

Film, pente, petite chute et proximité du bord peuvent modifier le suivi. Si hauteur réelle et affichage diffèrent, ne masquez pas le problème par vitesse ou puissance. Stationnez la tête en sécurité et recherchez la cause.

Valider un écart de hauteur

Objectif : Distinguez un problème de suivi d'un problème de focalisation de recette.

Éléments nécessaires : Échantillon plan adapté, méthode de contrôle du fabricant, instrument autorisé et dernière recette validée.

1. Arrêtez la coupe et désactivez l'émission. Vérifiez en sécurité serrage de buse, embout, céramique et salissures visibles.
2. Validez supports et liaison électrique de l'échantillon. N'étalonnez pas sur une chute en porte-à-faux.
3. Effectuez l'étalonnage capacitif du fabricant. Ne reprenez pas la coupe s'il échoue.
4. Contrôlez le suivi laser coupé selon la méthode approuvée. Comparez affichage et distance réelle uniquement par la mesure sûre autorisée.
5. Si l'écart varie selon position ou bord, examinez tôle et conditions de détection. S'il reste constant, contactez le service autorisé pour contrôler référence et installation.
6. Après validation du suivi, découpez avec la recette de base. Si la qualité reste mauvaise, examinez séparément focalisation et gaz.

> **Attention**
>
> Ne placez ni main ni instrument sous une tête mobile. Sécurisez aussi les mouvements pour mesurer la distance. Ne masquez pas les alarmes en réduisant arbitrairement sensibilité ou protection anticollision.

Pourquoi ? Une erreur de hauteur modifie l'effet du jet. Essayer la focalisation avec un suivi défectueux change plusieurs conditions dans le même essai.

11.7 Distinguer les écarts et les consigner

Symptôme	Premier contrôle	Conduite à tenir
Mauvaise qualité dans toutes les directions	Vitre, recette et zéro de focalisation.	Validez le système ; essayez ensuite un paramètre.
Bavures d'un seul côté	État et centrage de buse.	Remplacez la buse endommagée ; effectuez le centrage approuvé.
Hauteur fluctuante	Céramique, serrage de buse, planéité et suivi capacitif.	Arrêtez ; éliminez la cause mécanique ou de détection.
Défaut après remplacement optique	Bonne pièce, montage et référence.	Validez selon la procédure du service autorisé/fabricant.

Consignez modèle de tête, focale de lentille, type/diamètre de buse, date du zéro et hauteur de coupe. Vous distinguerez ainsi changement de recette et changement de matériel.

Sources : Convention de focalisation : exemple local v1 ; optiques et hauteurs : données locales Maxphotonics ; centrage et effets de buse : Linde « Laser cutting advice ». La procédure du fabricant de la tête prévaut pour les essais.

12

Perçage

Le perçage permet au faisceau de traverser entièrement la tôle avant le contour. Un cratère sur le dessus ne prouve pas son achèvement. Contrôlez séparément perçage et transition vers la coupe.

12.1 Choisir la méthode de perçage

Méthode	Fonctionnement	Compatibilité et limites
Impulsion unique	Traversée par une seule application d'énergie approuvée.	Rapide sur tôle mince adaptée. Peut produire un grand cratère et des projections en tôle épaisse.
Perçage par paliers	Puissance/impulsions, gaz, focalisation et hauteur peuvent varier de manière contrôlée en 2–5 étapes ; XC3000 et JCZ CutMaker prennent en charge cinq niveaux.	Aide à gérer les projections en tôle épaisse. Validez séparément paliers et transitions.
Perçage flash / rapide	Cycle court optimisé pris en charge par la machine.	Dépend de la source, de la tête et de la commande. Réservez-le aux matériaux/épaisseurs définis.

« Rapide » ou « flash » ne désigne pas le même cycle dans tous les logiciels. Les menus varient ; la technologie de perçage se sélectionne généralement dans la recette du calque. Ne transposez pas l'impulsion unique de tôle mince à la tôle épaisse. Plusieurs paliers ne garantissent pas seuls un perçage sûr.

Évaluez matériau, épaisseur, proximité des trous, espace d'amorce et état de vitre. Dans une ouverture étroite, un grand cratère peut altérer le chant fini. Corrigez d'abord le point de perçage dans l'imbrication ; consultez la section 6.1.

Que surveiller dans un cycle par paliers ?

Phase	Objectif	Relevé et observation
Départ	Amorcer le perçage de façon contrôlée en surface.	Prenez hauteur, gaz et énergie initiaux dans le tableau machine ; consignez les projections excessives vers le haut.
Progression	Traverser toute l'épaisseur.	Surveillez durée de palier et impulsions autorisées ; ne forcez pas un trou incomplet par la coupe du contour.
Fin / transition	Évacuer le métal fondu et passer aux conditions de coupe.	Vérifiez l'ordre des changements de gaz, focalisation et hauteur ; examinez cette transition si la coupe s'interrompt à l'amorce.

Ce tableau décrit les fonctions, sans imposer trois paliers de mêmes noms dans la commande. Une recette à deux paliers peut combiner les tâches. Chaque palier ne demande pas forcément plus de puissance ou de durée ; le sens des changements dépend du matériau et de la technologie approuvée.

Précisez dans le relevé la phase de l'échec. Des projections fortes au départ et un agrandissement inutile après traversée sont des problèmes distincts. Allonger seulement la durée totale masque cette distinction et peut solliciter davantage la vitre.

Friendess CypCutPro avertit qu'un mauvais réglage de Flash Piercing peut facilement endommager le verre de protection. Utilisez uniquement un cycle approuvé pour votre machine ; contrôlez le verre après l'éprouvette.

Raytools XC3000 · JCZ CutMaker · Friendess CypCutPro

12.2 Hauteur, durée, fréquence et rapport cyclique

Paramètre	Signification	Effet d'un mauvais réglage
Hauteur de perçage	Distance buse–tôle pendant le perçage.	Trop proche : projections/collision ; distance inadaptée : perçage instable.
Durée de perçage	Temps alloué à un palier ou au perçage complet.	Trop court : non-traversée ; trop long : grand cratère et chaleur inutile.
Fréquence	Nombre de répétitions par seconde en mode pulsé ; unité Hz.	Modifie la répartition temporelle d'énergie ; respecter les limites de source.
Rapport cyclique	Pourcentage d'une période pendant lequel le laser est actif.	Modifie énergie moyenne et projections ; diffère de la puissance crête.
Focalisation et gaz de perçage	Position et comportement du gaz propres à l'amorçage.	Influent sur largeur du trou, évacuation et encrassement optique.

Hauteur de perçage et hauteur de coupe peuvent différer, tout comme focalisation et pression. Ces valeurs peuvent évoluer entre paliers. Vérifiez si la commande indique une durée par palier ou totale.

Les exemples suivants proviennent des sources ; ce ne sont ni une plage Hz/duty universelle ni des recettes prêtes à appliquer. Bodor ne précise ni épaisseur ni puissance ; GWEIKE traite l'acier doux de 22 mm à 3 kW. N'inventez pas les conditions manquantes.

À puissance crête fixe et impulsions similaires, le rapport cyclique influe sur l'énergie moyenne ; le comportement réel dépend du mode de commande. Ne changez pas simultanément fréquence et rapport cyclique, au risque de perdre la cause du résultat. Respectez les conditions d'impulsion autorisées.

Exemple Bodor de perçage O_2 à trois niveaux : hauteurs niveaux 3/2/1 de 20/15/10 mm ; puissance crête 70–100 % ; fréquence niveau 3 de 500–800 Hz, niveaux 1–2 de 100–300 Hz ; duty 35–75 %, croissant du niveau 3 au 1. Focalisation 0…+2 au niveau 3 et -6…-2 aux niveaux 1–2 ; O_2 ≈1 bar, attente niveau 3 ≈100 ms. Sans épaisseur ni puissance indiquées, ne l'appliquez pas directement.

Exemple GWEIKE O_2 en trois étapes, acier doux 22 mm à 3 kW (haute/moyenne/basse) : puissance 3000/3000/3000 W ; duty 100/45/55 % ; fréquence 200/150/150 Hz ; hauteur de buse 12/8/4 mm ; O_2 1,0/0,7/0,6 bar ; focalisation 0/-4/-6 ; durée du faisceau 200/2500/3000 ms. Un soufflage de 200 ms suit chacune des deux premières étapes : faisceau total ≈5,7 s et soufflage supplémentaire ≈0,4 s.

Les auteurs IPG indiquent pour l'inox de 16 mm : perçage >1 s à 6 kW, 0,5 s à 10 kW et 0,1 s à 20 kW. Ces résultats d'essais montrent l'effet de la puissance ; ils ne constituent pas une recette complète.

Bodor · GWEIKE · IPG / Laser Focus World

12.3 Projections et préperçage en tôle épaisse

Au début, le métal fondu peut remonter. Les fortes projections en tôle épaisse peuvent rapidement salir buse et vitre. Plus de temps ou de puissance ne résout pas toujours un perçage incomplet ; avec une mauvaise focalisation ou évacuation, cela peut agrandir le cratère.

Un perçage par paliers approuvé peut maîtriser les projections. Gardez le point loin du chant fini. Des dépôts sur la buse perturbent le jet et dégradent les perçages suivants. Nettoyez/remplacez selon le fabricant ; n'intervenez pas à la main pendant la coupe.

Le préperçage ouvre les trous sur un passage distinct avant de revenir aux contours. Il peut aider à répartir la chaleur et gérer le procédé, mais augmenter trajets à vide et gaz. Ne déplacez pas la tôle ensuite ; vérifiez que l'amorce rejoint l'ouverture au second passage.

> **Attention**
>
> En cas de fortes projections vers le haut ou de non-traversée persistante, ne repercez pas sans cesse au même point. Arrêtez en sécurité et contrôlez recette et optiques. Cratère chaud et scories saillantes peuvent rester sur le trajet ; ne les nettoyez pas pendant les mouvements.

Une vitre sale ou brûlée peut dégrader le perçage et accroître les projections. Ne poursuivez pas ce cercle en augmentant la puissance. Pour contrôle et remplacement, appliquez l'entretien du chapitre 16.

12.4 Transition du perçage à la coupe

Objectif : Passez du trou traversant à une amorce stable et à la recette de coupe.

Éléments nécessaires : Tableau de perçage machine, ligne de coupe du chapitre 9, échantillon et fiche d'essai.

1. Vérifiez l'accord matériau, gaz, buse et méthode de perçage. Confirmez le point dans la chute.
2. Lancez avec pré-débit de gaz et hauteur approuvés.
3. Validez la traversée selon la surveillance définie par le fabricant. Si un capteur est présent, connaissez ses limites ; ne supposez pas que toute machine en possède un.
4. Appliquez refroidissement/soufflage et transition de hauteur du cycle. Vérifiez le passage complet à la focalisation, pression, puissance et hauteur de coupe.
5. Démarrez le mouvement d'amorce ; n'atteignez pas le chant fini avant stabilisation.
6. Après refroidissement, examinez départ et chant inférieur. Sans traversée complète, ne poursuivez pas la série.

> **Attention**
>
> N'ouvrez pas la porte et n'entrez pas pour regarder dessous. Observez uniquement avec les protections fermées et la surveillance approuvée. Une lumière ou un cratère au-dessus ne suffit pas pour décider de la traversée.

Pourquoi ? Un mouvement horizontal avant traversée peut entraîner le métal fondu vers le haut et provoquer encoche initiale, coupe incomplète et encrassement optique.

12.5 Tableau des problèmes de perçage

Les symptômes ne sont pas des diagnostics certains. Contrôlez d'abord gaz, buse, vitre et recette ; appliquez ensuite la règle d'un seul paramètre de la section 13.3.

Symptôme	Cause possible	Contrôle et correction
Ne perce pas / ne traverse pas	Mauvaise ligne matériau ; énergie/durée insuffisante ; mauvaise focalisation ; gaz/optique.	Validez d'abord matériel et recette. Vérifiez si le cycle par paliers reste incomplet. Évaluez durée/énergie séparément dans les limites du tableau approuvé.
Grand cratère	Durée/énergie excessive ; palier inadapté ; point trop proche du bord.	Déplacez le point vers une zone sûre de chute. Envisagez la méthode par paliers approuvée. Vérifiez les attentes inutiles après traversée.
Fortes projections vers le haut	Hauteur/focalisation incorrecte ; évacuation inadéquate ; buse sale ; perçage incomplet.	Arrêtez ; contrôlez buse et vitre. Rétablissez hauteur, gaz et ordre des paliers de la recette fabricant.
Trou qui s'élargit progressivement	Énergie maintenue après perçage ; durée longue ; essais répétés au même point chaud.	Contrôlez la transition. Surveillez la durée sur échantillon ; ne forcez pas répétitivement le même point.
Perce, puis coupe interrompue à l'amorce	Transition incomplète ; amorce courte/incorrecte ; temporisation gaz ou cratère.	Validez séparément recettes de perçage et de coupe. Examinez position d'amorce et mouvement de transition.

12.6 Enregistrer la recette de perçage

À chaque essai réussi, consignez source/tête, nuance, épaisseur, gaz, buse, méthode et valeurs des paliers. Précisez la définition de durée. Notez aussi l'état initial de la vitre et le résultat.

Un seul point réussi ne suffit pas ; contrôlez départ à froid et zone chauffée pendant le travail. Sur pièce à nombreux trous, comparez plusieurs zones. Réduire la durée ne doit pas accroître encoches initiales, zones non coupées et nettoyage.

Photo à ajouter depuis une machine DOKTEK — **comparaison du cratère, des projections et de la transition vers la coupe**

Exemples de perçage : Bodor, GWEIKE et auteurs IPG ; niveaux disponibles : XC3000 et JCZ CutMaker ; avertissement verre Flash Piercing : Friendess CypCutPro. Aucune recette de perçage n'est dérivée du tableau de coupe principal.

13

Qualité de coupe et diagnostic des défauts

Une bonne coupe donne un chant aux cotes, suffisamment droit, de rugosité acceptée et adapté à la suite. Consignez le défaut, validez le matériel et ne changez qu'un paramètre à la fois.

13.1 Liste de contrôle qualité

Ne regardez pas uniquement le dessus du chant. Évaluez séparément cotes haut/bas, amorce, chant droit, angle et petit trou. Prenez les critères sur le plan ou l'ordre. Ce chapitre ne fixe pas de tolérance numérique universelle de rugosité ou de perpendicularité.

ISO 9013:2017 (+Amd 1:2024) classe les faces coupées selon les plages de tolérance de perpendicularité/angularité u et de hauteur moyenne du profil Rz5. Son domaine laser est de 0,5–32 mm. L'annexe informative A donne la classe de tolérance dimensionnelle 1 comme typique en découpe laser ; elle est distincte des plages u/Rz5 de qualité du chant. Précisez les plages d'acceptation sur le dessin ou l'ordre de travail. Les limites ci-dessous proviennent des tableaux de l'édition 2017 ; a est l'épaisseur coupée en mm. Mesurez sur des surfaces brossées, sans oxyde, hors perçage et début et fin de coupe.

Plage	Limite supérieure u (mm)	Limite supérieure Rz5 (µm)
1	0,05 + 0,003a	10 + 0,6a
2	0,15 + 0,007a	40 + 0,8a
3	0,4 + 0,01a	70 + 1,2a
4	0,8 + 0,02a	110 + 1,8a
5	1,2 + 0,035a	—

Désignation ISO 9013 et conditions de mesure

La désignation est **ISO 9013-xyz** : x = plage u, y = plage Rz5, z = classe de tolérance dimensionnelle. Un seul exemple : **ISO 9013-312** signifie plage u 3, plage Rz5 1 et classe de tolérance dimensionnelle 2. Indiquez séparément la plage du chant et la classe dimensionnelle.

Selon l'édition 2017, mesurez Rz5 à 15 mm du début de coupe dans le sens d'avance, à l'endroit où la rugosité de la face coupée devrait être maximale. Rz5 est la moyenne arithmétique des hauteurs de profil sur cinq longueurs de mesure élémentaires consécutives ; les 15 mm ne sont pas la longueur de mesure du profil. Les faces supérieure et inférieure de référence doivent être planes et propres.

Le fabricant définit les points de mesure. À défaut, réalisez par mètre de coupe deux groupes de trois mesures u espacées de 20 mm et une mesure Rz5 ; choisissez les endroits où les valeurs maximales sont attendues. Sous 2 mm d'épaisseur, mesurez Rz5 à mi-épaisseur et convenez séparément de la méthode pour u.

Pour u, excluez une bande Δa aux bords supérieur et inférieur : 0,1a pour a ≤3 mm ; 0,3 mm pour 3<a≤6 ; 0,6 mm pour 6<a≤10 ; 1 mm pour 10<a≤20 ; 1,5 mm pour 20<a≤32. Convenez séparément de la réception qualité au-delà de 32 mm.

L'annexe informative A indique que l'aluminium et ses alliages peuvent présenter des valeurs Rz5 environ quatre fois supérieures à celles données pour l'acier. Les plages de rugosité de l'acier ne garantissent pas automatiquement celles de l'aluminium.

Pour les limites selon l'épaisseur, utilisez **Assistant laser → Calculateur de qualité**.

ISO 9013:2017 §6, §9–10, Annex A

Caractéristique	Bon résultat	Contrôle
Perpendicularité du chant	Écart entre contours haut et bas conforme à la tolérance.	Après refroidissement, comparez les cotes haut/bas ; consignez la conicité.
Rugosité / stries	Stries régulières, sans creux local, traînée excessive ou rupture.	Examinez séparément chant droit, départ et angle.
Bavures	Aucun dépôt hors critères ou lien non coupé au bord inférieur.	Distinguez fils, gouttes et bavures dures continues.
Oxydes et couleur	Conformes au gaz et à l'opération suivante.	Ne confondez pas l'oxyde d'acier doux sous O_2 avec la coloration indésirable d'inox sous N_2.
Zone affectée thermiquement	Brûlures et déformations conformes au travail.	Observez coloration et flexion ; ne validez pas une exigence métallurgique à l'œil seul.
Dimensions et intégrité	Pièce, trous et angles conformes au plan.	Utilisez un instrument étalonné ; vérifiez la révision.

Objectif : Établissez une référence qualité reproductible avant les essais.

Éléments nécessaires : Plan approuvé, recette de base, échantillon identique, instrument et fiche de relevé.

1. **Vérifiez le travail**
   Une mauvaise ligne matériau invalide le réglage.
   Contrôlez matériau, épaisseur, gaz et révision. Comparez la recette au chapitre 9 et au tableau machine.

2. **Examinez le matériel**
   Salissures et décentrage ressemblent à un défaut de paramètres.
   Contrôlez en sécurité buse, céramique, vitre et centrage. Appliquez au besoin la section 11.5.

3. **Validez le gaz**
   Une pression statique ne prouve pas un débit suffisant.
   Contrôlez type, pureté, pression en écoulement et temporisation initiale.

4. **Contrôlez la référence**
   Un zéro optique erroné affecte toutes les recettes.
   Validez focalisation, hauteur et suivi capacitif. Examinez la planéité.

5	**Mesurez l'échantillon** Un seul chant ne représente pas toute la pièce.	Après refroidissement, évaluez cotes haut/bas, bavures, angles et trous. Consignez direction et position du défaut.

> **! Attention**
>
> Pour contrôler buse ou vitre, sécurisez le laser et appliquez l'entretien du fabricant. Ne tendez pas les bras vers la machine en marche. N'arrachez pas à la main un échantillon incomplètement découpé.

Pourquoi ? Sans résoudre un problème de matériel ou de matériau, les essais de réglage ne sont pas reproductibles et masquent la cause.

13.2 Bavures et défauts de chant — tableau de diagnostic

Le tableau donne des causes possibles ; une forme de bavure peut avoir plusieurs causes. Les actions d'une cellule ne constituent pas un ensemble à appliquer simultanément. Terminez les précontrôles, choisissez la cause la plus probable et essayez une variable selon la section 13.3.

Symptôme	Cause possible	Contrôle dans l'ordre / essai unique
O_2 **Coupe à l'oxygène — acier doux**		
Bavure inférieure dure et continue	Vitesse élevée ; pression ou pureté O_2 faible ; foyer trop haut.	Validez gaz, pureté et débit. Essayez une réduction de vitesse de 10 %. Sans résultat, revenez au départ ; lors d'un essai distinct, augmentez O_2 de 0,1 bar ou abaissez le foyer de 0,2 mm.
Chant brûlé, saignée large	Pression élevée ; foyer trop haut ; énergie excessive ; surface inadaptée.	Contrôlez surface et buse. Lors d'essais distincts, réduisez O_2 de 0,1 bar ou abaissez le foyer de 0,2 mm. Modifiez la puissance uniquement dans la plage approuvée.
Cratères / creux sur le chant	Pression élevée ; vitesse faible ; rouille/salissures ; chaleur localisée.	Comparez à un échantillon propre et froid. Essayez de répartir les coupes voisines dans la même imbrication. Modifiez pression ou vitesse séparément.
Angles brûlés	Puissance et chaleur de réaction restent élevées au ralentissement.	Si le chant droit est bon, examinez la technologie d'angle. Validez séparément courbe puissance–vitesse, boucle ou refroidissement ; section 6.3.
N_2 Air **Coupe à l'azote / à l'air**		
Bavures inférieures fines en fils	Vitesse faible ; foyer trop haut ; pression faible ; tôle chaude.	Contrôlez d'abord le débit de gaz et une éprouvette froide ; vérifiez ensuite la focalisation et testez séparément 0,2–0,5 mm plus négatif si nécessaire. Après validation débit/focalisation, testez +10 % de vitesse. N_2 +1 bar seulement dans les limites autorisées et lors d'un essai distinct ; ces pas numériques sont des règles DOKTEK.
Petites bavures inférieures en gouttes	Foyer trop bas ; vitesse élevée ; évacuation insuffisante.	Contrôlez buse et gaz. Lors d'essais distincts, remontez le foyer de 0,2–0,5 mm vers zéro ou réduisez la vitesse de 10 %.

Symptôme	Cause possible	Contrôle dans l'ordre / essai unique
Surface mate et rugueuse	Énergie insuffisante ; foyer trop bas ; buse abîmée ; optiques sales/endommagées.	Contrôlez d'abord buse et vitre en sécurité. Si le matériel est conforme, essayez la focalisation ; évaluez la puissance uniquement dans la plage fabricant.
Chant d'inox jaune / bleu	Pureté N_2 insuffisante ; entrée d'air ; temporisation courte ; chaleur excessive. À l'air, une oxydation est possible.	Contrôlez pureté N_2 et impuretés d'oxygène. Si seule la première pièce est mauvaise, balayez le circuit de façon contrôlée ou évaluez la temporisation lors d'un essai distinct. Recherchez fuite et mélange ; section 7.2.
Plasma brillant, ruptures locales de coupe	Vitesse élevée ; énergie insuffisante ; foyer trop bas ; problème d'évacuation du gaz.	Sans traversée complète, arrêtez. Validez gaz, buse et optiques. Puis, séparément, réduisez la vitesse ou remontez le foyer ; ne dépassez pas la puissance autorisée.
Contrôles indépendants du gaz		
Bavures d'un seul côté	Buse décentrée, déformée ou orifice abîmé ; désalignement faisceau/gaz.	Remplacez la buse endommagée et validez le centrage. Sans amélioration, contactez le service autorisé pour l'alignement optique. Ne compensez pas par la vitesse.
Cercles ovales, forme déformée	Dessin ou réglage de mouvement ; jeu d'axe ; buse/optique ; déformation thermique.	Validez dessin et mesures à froid. Consignez la direction. Après la buse, confiez mécanique/axes au service autorisé ; n'attribuez pas toute déformation au gaz.
Stries fortement inclinées vers l'arrière	Vitesse élevée ; énergie ou évacuation insuffisante ; focalisation inadaptée.	Validez débit et optiques. Essayez d'abord -10 % de vitesse. Sans résultat, revenez au départ et évaluez focalisation ou adéquation buse/recette.
Ondulations régulières sur chant droit	Vibrations, suivi instable, mouvement ou variation de surface.	Comparez des chants de directions différentes. Contrôlez suivi et support de tôle. Adressez l'examen mécanique au service technique si nécessaire.
Chant conique, cotes haut/bas différentes	Focalisation/optique inadaptée ; centrage ; hauteur ; limite du procédé.	Consignez les deux cotes. Validez lentille et zéro optique. Essayez seulement la focalisation ; ne tentez pas de corriger les deux faces par la seule compensation.
Écart dimensionnel similaire dans tous les sens	Compensation de saignée ou sens incorrect ; mauvaise échelle ; mesure à chaud.	Mesurez à froid. Contrôlez échelle, identification intérieur/extérieur et compensation unique. Corrigez la compensation une fois la qualité stable.
Écart dimensionnel selon la direction	Axe/échelle ou mécanique ; flexion thermique ; qualité directionnelle.	Comparez un même échantillon selon plusieurs directions. Vérifiez supports et centrage. Ne modifiez pas les réglages permanents d'axe sans autorisation.

Adaptation : Le contenu local de *ornek_tr.html* 9.2 a été déplacé et enrichi en 13.2. À lire avec les contrôles vitesse, buse, gaz et matériau du document Linde.

The Fabricator

13.3 Un seul paramètre et taille des pas

Règle DOKTEK — sans source primaire : Les pas vitesse ±10 %, focalisation ±0,2–0,5 mm, O_2 ±0,1 bar et N_2 ±1 bar, y compris ceux de la section 13.2, sont des propositions DOKTEK de comparaison. Ce ne sont ni des réglages fabricant ni des limites de sécurité. Pour les bavures filamenteuses sous N_2, contrôlez débit et focalisation avant la vitesse.

1 paramètre Une seule variable par essai	**Vitesse ±10 %** Par rapport à la valeur actuelle	**Focalisation ±0,2–0,5 mm** Par rapport au zéro validé	**O_2 ±0,1 bar** N_2 ±1 bar	**Relevé** Résultat et valeur de retour

Ces petits pas servent à comparer ; ce ne sont ni des recettes universelles ni des limites de sécurité. N'effectuez pas l'essai si vous sortez de la plage. N'appliquez pas automatiquement le pas N_2 à l'air ; suivez sa recette autorisée. Aucun pas universel n'est donné ici pour puissance, fréquence ou rapport cyclique.

Objectif : Identifiez la modification qui agit sur le défaut et rendez le réglage réussi reproductible.

Éléments nécessaires : Recette de base stable, échantillons du même lot, critère de défaut, instrument et relevé.

1. Consignez la recette initiale. Décrivez position, direction, forme des bavures, cotes haut/bas et gaz.
2. Choisissez la cause la plus probable du tableau. Corrigez d'abord un défaut matériel ; ne modifiez pas simultanément la recette.
3. Changez un seul paramètre par un petit pas adapté. Gardez les autres conditions et la géométrie constantes.
4. Après refroidissement, comparez selon les mêmes critères. Consignez nouvelle valeur et effets secondaires en cas d'amélioration.
5. Si le résultat se dégrade, revenez au départ. Changez un autre paramètre seulement dans un nouvel essai distinct.
6. Validez le succès sur plusieurs chants et trous ; conservez la recette avec révision et matériau.

> **Attention**
>
> Ne poursuivez pas les essais en cas de points non coupés, fortes projections vers le haut, soulèvement ou rapprochement dangereux de la tête. Arrêtez en sécurité et éliminez la cause. Même par petits pas, ne dépassez pas les limites.

Pourquoi ? Changer vitesse, focalisation et pression ensemble empêche d'identifier la cause de l'amélioration. Vous devrez résoudre à nouveau le problème au lot suivant.

Consignez au minimum matériau/lot, épaisseur, source/tête, buse, gaz, recette initiale, unique paramètre changé, ancienne/nouvelle valeur, effet sur le défaut et décision. Étiquetez direction et faces haut/bas des photos.

Interpréter le résultat d'essai

Résultat	Interprétation	Décision
Moins de bavures, dimensions et angles inchangés	Essai apparemment positif.	Validez sur d'autres chants et trous ; consignez la valeur.
Moins de bavures, angle brûlé	Un défaut s'améliore, une autre exigence se dégrade.	Ne lancez pas la série ; revenez au départ et examinez séparément la cause.
Aucun changement	Cause choisie possiblement sans effet ; conditions d'essai possiblement modifiées.	Revenez au départ. Vérifiez constance du matériau, de la température et du matériel.
Amélioration dans une seule zone	Effet local de surface, de support ou de chaleur possible.	Recherchez les différences d'imbrication et de matériau avant de changer toute la recette.

Par exemple, si les bavures restent dans une direction précise, ne multipliez pas les changements de vitesse. Orifice et centrage sont des causes plus probables. Si les stries sont inclinées dans toutes les directions avec non-traversée, examinez équilibre vitesse/énergie et évacuation du gaz. Consigner *où* le défaut apparaît est plus utile que « présence de bavures ».

13.4 Exemples photographiques de défauts

Ces emplacements recevront des exemples DOKTEK pris sous le même éclairage avec échelle et étiquette de matériau. Ils ne contiennent actuellement aucune photo. La ressemblance visuelle ne suffit pas au diagnostic ; lisez aussi gaz, matériau et recette de l'exemple.

Photo à ajouter depuis une machine DOKTEK — **bonne coupe : chant droit, stries régulières et bord inférieur accepté**

Photo à ajouter depuis une machine DOKTEK — **défaut : bavure inférieure dure et continue**

Photo à ajouter depuis une machine DOKTEK — **défaut : comparaison des bavures en fils et en gouttes**

Photo à ajouter depuis une machine DOKTEK — **comparaison conforme/défaut : angle intact et brûlé**

Photo à ajouter depuis une machine DOKTEK — **comparaison conforme/défaut : stries et surface rugueuse**

Photo à ajouter depuis une machine DOKTEK — **défaut : chant conique et coloration d'inox**

Ajoutez aussi des pièces acceptées à l'archive. Ne photographiez pas un défaut d'un seul côté ; montrez dessus, chant et bord inférieur. Avec les paramètres consignés séparément, les photos aideront davantage au diagnostic suivant.

14

Sources laser

La source produit le faisceau ; la tête le focalise sur la tôle. Évaluez ensemble source, optiques, gaz et refroidissement. La même puissance nominale ne garantit pas seule le même résultat.

14.1 Rôle de la source laser

Le faisceau produit dans la source fibre est transmis à la tête par la fibre de sortie. Les optiques de la tête le collectent et le focalisent. Le gaz de buse aide à évacuer le métal fondu. Source, tête et circuit gaz sont distincts ; le problème de l'un peut ressembler à une panne de l'autre.

L'indication « source prête » ne prouve pas qu'assez d'énergie atteint la coupe. Vitre sale, mauvaise focalisation, buse abîmée ou gaz inadapté peuvent aussi arrêter la coupe. Si elle faiblit, suivez d'abord l'ordre de contrôle de la section 17.1.

Composant	Rôle	Contrôle opérateur
Source laser	Produit le faisceau pour le procédé.	État prêt, heures, alarmes et refroidissement.
Fibre de sortie et raccord QBH	Acheminent le faisceau à la tête. QBH est un raccord optique, pas une puissance.	Dommages ou contraintes visibles ; n'intervenez pas sur le raccord.
Tête de découpe	Focalise le faisceau ; porte buse et suivi en hauteur.	Vitre, buse, bague céramique et étalonnage.
Refroidisseur	Assure les conditions de refroidissement source/tête ; circuits selon modèle.	Niveau, débit, alarmes, flexibles et condensation.

Photo à ajouter depuis une machine DOKTEK — **étiquette source, trajet extérieur de fibre et raccords de refroidissement ; capots fermés**

Les raccords optiques relèvent du service technique

Ne débranchez pas le QBH, ne regardez pas dedans et ne forcez pas la courbure de la fibre. En cas de suspicion de salissure ou de dommage, sécurisez la machine et prévenez le service technique. Courbure et manutention autorisées varient selon le modèle.

14.2 Puissance, diamètre de cœur et qualité du faisceau

Notion	Signification	Utilisation au travail
Puissance nominale	Classe de puissance de la plaque source. Diffère du pourcentage logiciel.	Consignez séparément puissance nominale et réglage de procédé. Ne diagnostiquez pas une perte certaine sur la seule trace de coupe sans mesurer la puissance.
Diamètre du cœur de fibre	Dimension du cœur transmettant le faisceau ; pas directement égale au diamètre du foyer sur tôle.	Comparez-le aussi lors d'un transfert de réglages entre sources. Les optiques de tête influent sur le résultat.
BPP / qualité du faisceau	Le produit des paramètres du faisceau décrit son comportement de focalisation et de divergence.	Comparez la valeur et les conditions de mesure dans la documentation technique du fabricant ; ne généralisez pas les exemples de produit ci-dessous à toutes les marques.
CW	Onde continue : mode de production d'un faisceau continu.	Vérifiez la compatibilité entre procédé de coupe et mode source.
Fonctionnement pulsé	Énergie fournie par impulsions. Relation durée, fréquence et puissance selon source.	Ne déduisez pas le type de source du seul champ fréquence. Validez les modes pris en charge dans la documentation.

BPP, diamètre de cœur et puissance sont distincts. Ne déduisez pas d'une seule valeur une épaisseur, vitesse ou limite de qualité. Utilisez le tableau du chapitre 9 et le dossier de procédé approuvé de votre machine.

BPP = $w_0 \times \theta = M^2 \times \lambda/\pi$. w_0 est le rayon du faisceau à son col, au point le plus étroit ; θ est le demi-angle de divergence en champ lointain. L'unité est mm·mrad. Pour un faisceau gaussien idéal, $M^2 = 1$; à $\lambda = 1{,}07$ µm, la

limite de diffraction vaut λ/π = 1,07 ÷ π ≈ 0,34 mm·mrad. Cette limite théorique n'est pas le BPP mesuré de la source installée.

Exemple de produit typique : pour Coherent Edge FL avec une fibre de 25 m, les valeurs annoncées sont 1,5 kW → 1,5 mm·mrad et 3 kW → 2,7 mm·mrad avec un cœur de 50 µm ; ≥6 kW → <4 mm·mrad avec un cœur de 100 µm. La recherche n'a vu ces valeurs que dans un résumé de recherche ; vérifiez la documentation technique de votre modèle. ISO 11146-1 définit la mesure de la largeur, de la divergence et du facteur de propagation du faisceau.

BPP · Coherent Edge FL · ISO 11146-1

14.3 Raycus, Maxphotonics (Max), IPG et Reci

Ce guide présente quatre marques de sources. Leur nom n'est pas un classement qualité. Évaluez ensemble modèle installé, fibre, puissance, compatibilité tête et assistance technique. Raccordements, écrans d'alarme et entretien peuvent varier entre séries d'une même marque.

Marque	Présentation générale	À vérifier sur la machine
Raycus	Marque de sources fibre. Le comportement en coupe dépend du modèle installé et de l'ensemble machine.	Modèle complet, série, puissance nominale, cœur et instructions fabricant applicables.
Maxphotonics (Max)	Marque de sources fibre, aussi appelée « Max ».	Série et modèle de la plaque ; mêmes conditions de fibre et d'optique dans les tableaux aux noms proches.
IPG	Marque de sources fibre. Les paramètres ne se choisissent pas au seul nom de marque.	Caractéristiques de sortie du modèle installé, refroidissement et interface d'alarmes/surveillance.
Reci	Marque de sources fibre. Compatibilité et utilisation à valider par la documentation du modèle.	Puissance, fibre, intégration machine et rapports de service.

Les sources ont leurs propres interfaces d'alarmes et de surveillance. L'écran machine peut reprendre certaines données, selon l'intégration. Pour le service technique, consignez le texte complet de la source, pas seulement la courte description machine. N'accédez pas aux réglages interdits par le fabricant.

14.4 Architecture mono et multimodule

Architecture	Tendance générale	Pour décider
Module unique	Souvent avec cœur de 50 µm ; utilisé pour la coupe rapide en épaisseurs minces à moyennes.	Ne généralisez pas à tous les modèles. Lisez diamètre réel et association source/tête dans les documents.
Multimodule	Avec cœurs de 100 µm et plus ; utilisé pour un procédé stable en tôle épaisse.	Ne déduisez pas vitesse ou qualité du seul nombre de modules. Validez la tôle épaisse par essai.

Architecture, puissance et optiques agissent ensemble. Deux sources de même puissance peuvent différer en focalisation et perçage. Ne réduisez pas le choix à « mono » ou « multi » ; considérez gamme de matériaux, gaz, tête et conditions de service.

Cuivre, laiton et aluminium

Ces matériaux présentent un risque de retour de faisceau. Validez la compatibilité de la source et de la tête dans les documents fabricant. N'acquittez pas simplement l'alarme pour répéter le même travail ; suivez la section 17.7.

14.5 Transférer les paramètres à une autre source

Objectif : Utilisez l'ancien réglage comme point de départ contrôlé et validez la coupe sur la nouvelle machine.

Éléments nécessaires : Plaques des deux sources, diamètres de cœur, têtes/buses, paramètres approuvés, tôle d'essai et formulaire de l' annexe C.

1. Conservez l'ancien fichier. Créez un relevé distinct au nom de la nouvelle machine et source.
2. Comparez puissance nominale et cœur. Même identiques, les réglages restent un simple départ. Sinon, utilisez le tableau du modèle adapté ou le procédé initial proposé par le service.
3. Comparez matériau, épaisseur réelle, revêtement, gaz, type de buse et optiques. Ne complétez pas les informations manquantes par supposition.
4. Contrôlez signes de focalisation, unités, interprétation de la vitesse en m/min et de la pression en bar. Les champs de puissance et d'impulsions peuvent varier selon logiciel/source.
5. Dans une zone d'essai sûre, contrôlez le cadre et découpez. Examinez perçage, traversée, dessous, bavures et dimensions.
6. Changez un paramètre par essai. Consignez ancienne/nouvelle valeur et résultat. Intégrez le résultat conforme à la production après validation locale.

> **Ne copiez pas les réglages en bloc**
> Transférer un tableau de coupe n'autorise pas à copier les servos, la communication source ou les sécurités. La configuration propre à chaque machine relève du service.

Pourquoi ? Même à puissance et cœur identiques, optiques, gaz et commande peuvent modifier le résultat. Le relevé aide à retrouver le réglage fiable.

14.6 Environnement et entretien de la source

Surveillez température et humidité autour de la source. Prenez les plages dans les documents source et refroidisseur ; n'appliquez pas une température unique à toutes les marques. Une surface sous le point de rosée peut condenser. Si les flexibles ou la tête présentent de l'humidité, arrêtez et éliminez la cause avant reprise.

Objectif : Maintenez environnement et raccords extérieurs dans les conditions prévues.

Éléments nécessaires : Liste fabricant, relevé température/humidité, chiffon propre sec et fiche d'entretien.

1. Placez la machine dans l'état d'entretien prévu ; n'ouvrez pas le capot source. Vérifiez le dégagement des entrées de ventilation.
2. Dépoussiérez l'extérieur par la méthode adaptée. Ne projetez ni air comprimé ni liquide dans les ouvertures.
3. Recherchez fuites, écrasements et desserrages des flexibles, dommages extérieurs sur le trajet fibre. Ne débranchez rien.
4. Contrôlez niveau, débit, filtres et alarmes du refroidisseur. Distinguez les circuits selon le modèle ; poursuivez avec la section 16.6.
5. Consignez ambiance et observations. Hors plage, ne démarrez pas avant le rétablissement des conditions fabricant.

> **Ne masquez pas la condensation par les réglages**
> Ne changez pas arbitrairement la consigne pour faire taire une alarme. Évaluez ensemble humidité ambiante, réglage d'eau et conditions admissibles.

Pourquoi ? Poussière et refroidissement inadapté peuvent provoquer des pannes. Le relevé d'ambiance identifie les conditions d'une alarme récurrente.

14.7 Mesure de puissance et suivi

Planifiez le contrôle périodique de puissance avec le service technique. Fixez la fréquence selon charge, mesures précédentes et fabricant. La puissance demandée par logiciel n'est pas une mesure optique. Une variation de vitesse de coupe ne remplace pas une mesure.

Objectif : Consignez de façon comparable les mesures du service avec un appareil adapté.

Éléments nécessaires : Service autorisé/formé, puissance-mètre adapté et étalonné, procédure fabricant, zone de mesure fermée et sûre.

1. Transmettez le symptôme et le rapport précédent. Précisez d'abord les résultats des contrôles vitre, gaz et focalisation.
2. Le service choisit le point de mesure. Ne mélangez pas sous une même rubrique sortie source et sortie tête.
3. Le service mesure selon le fabricant. En tant qu'opérateur, ne montez ni essai à faisceau accessible ni installation improvisée.
4. Consignez puissance demandée/mesurée, point, identifiant appareil, date et conditions. Faites évaluer selon les critères du modèle.

> **! Ne neutralisez pas les sécurités pour mesurer**
>
> Ne shuntez pas les portes et ne mesurez pas à faisceau accessible. Choix de l'appareil et sécurité du trajet relèvent du service.

Pourquoi ? Des mesures comparables distinguent perte de puissance et problème de procédé. Des résultats obtenus à d'autres points ou méthodes ne sont pas directement comparables.

14.8 Dossier source pour garantie et service

Relevé	Information à consigner	Quand ?
Identité	Marques machine/source, modèles complets, numéros de série, puissance et cœur si documenté.	À la livraison et au remplacement.
Utilisation	Heures affichées ; définition du compteur, date et opérateur.	À l'entretien planifié et à la panne.
Historique d'alarmes	Code/texte complet, heure, matériau, phase, fréquence et capture.	Avant acquittement.
Environnement et entretien	Température/humidité, état du refroidisseur, interventions eau/filtres et rapport.	Au contrôle et après intervention.
Mesures et modifications	Rapport de puissance, pièce remplacée, ancien/nouveau procédé et approbateur.	À la mesure et au changement de pièce/réglage.

Garantie et service varient selon contrat et modèle. Ce chapitre ne promet ni durée ni couverture. Préservez les étiquettes ; réservez ouverture de source et réglages internes au service autorisé. Pour le signalement, utilisez la liste de l' annexe E.

15

Guides logiciels

Vérifiez le nom et la version sur l'écran machine. Ce chapitre explique les objectifs et l'ordre des contrôles. Menus, droits, licences et fonctions disponibles varient selon version et intégration.

> **Règle du premier jour**
> Effectuez le premier travail avec une personne formée. Ne découpez pas avant validation des axes, coordonnées, unités, matériau et procédé. Apprenez dans le manuel machine les arrêts d'urgence, pauses normales et arrêts contrôlés.

15.1 Déroulement commun et terminologie

Ouvrir un dessin ne le rend pas prêt à découper. Validez séparément géométrie, parcours, paramètres et état de référence/étalonnage. Les emplacements ci-dessous sont des zones générales, pas des chemins de menus précis. Une opération listée n'existe pas forcément dans tous les logiciels.

Opération	Utilité	Emplacement généralement proposé
Prise de référence / retour à l'origine	Établit la référence machine. Diffère du zéro pièce.	Panneau de commande ou préparation machine.
Étalonnage capacitif	Prépare la mesure buse–tôle ; exige tôle adaptée et outil propre.	Régulateur de hauteur ou zone d'étalonnage.
Détection de bord	Aide à déterminer position/inclinaison de la tôle ; prise en charge et méthode variables.	Panneau ou outils de positionnement de tôle.
Cadre	Aide à vérifier que les limites du travail restent dans la table/tôle.	Panneau ou outils de préparation.
Marche à blanc	Teste le parcours en mouvement sans faisceau ; gaz, hauteur et mouvements selon modèle.	Panneau ou zone d'essai.
Démarrer la coupe	Exécute le travail préparé. Terminez d'abord sécurité et contrôles du procédé.	Panneau ou gestion du cycle.
Pause	Suspend temporairement le travail. Comportement de tête et de faisceau selon intégration.	Panneau ou gestion du cycle.
Arrêt	Termine le cycle de façon contrôlée ; reprise selon version.	Panneau ou gestion du cycle.
Reprise	Reprend au point mémorisé si les conditions conviennent ; vérifiez le départ.	Panneau ou zone de reprise après interruption.
Paramètres de calque	Associe coupe, perçage, gaz et focalisation aux groupes géométriques.	Réglages calque/procédé.
Bibliothèque matériau/procédé	Conserve les réglages validés par matériau et épaisseur.	Bibliothèque de matériaux ou réglages de procédé.
Amorce d'entrée	Définit où et comment le faisceau rejoint le contour.	Outils géométrie/parcours ou réglages de procédé.
Micro-attache	Laisse une petite liaison non coupée pour retenir la pièce.	Outils de parcours ou propriétés de pièce.
Compensation de saignée	Compense l'effet de la largeur de coupe sur les cotes.	Parcours ou réglages calque/procédé.
Imbrication	Place les pièces dans la surface de tôle disponible.	Menu/barre d'outils ou application FAO distincte.
Simulation	Prévisualise ordre et mouvements ; ne prouve pas la qualité réelle.	Outils de parcours ou prévisualisation.

Opération	Utilité	Emplacement généralement proposé
Rapport de travail	Enregistre travail, durée et production si pris en charge.	Rapports/gestion du travail ; périmètre selon licence.

Préparer le premier travail

Objectif : Transformez le fichier en travail machine sûr et reproductible.

Éléments nécessaires : Manuel machine, paramètres approuvés, tôle/buse adaptées, sécurités opérationnelles, gaz/refroidissement/aspiration prêts.

1. Préparez la machine selon le chapitre 3 et l'ordre de démarrage du fabricant. Ouvrez le logiciel ; contrôlez commande connectée, licence et alarmes.
2. Dégagez la zone. Effectuez le retour à l'origine requis ; validez la référence.
3. Sur tôle propre et stable, étalonnez le capteur selon le fabricant. Ne répétez pas les réglages de mise en service à la place du contrôle quotidien.
4. Ouvrez le fichier. Examinez unités, dimensions, traits ouverts/doubles, contours intérieurs/extérieurs, quantité et imbrication.
5. Associez chaque calque au matériau, à l'épaisseur et au procédé adaptés. Contrôlez amorces, micro-attaches, compensation et ordre.
6. Suivez tout le trajet en simulation. Vérifiez la position réelle par le cadre et, au besoin, la marche à blanc prévus. Confirmez l'absence de faisceau.
7. Fermez les protections. Découpez un échantillon ; examinez traversée, cotes et chant. Si conforme, lancez la production et surveillez les premières pièces.

> **Le cadre produit aussi des mouvements**
>
> La tête peut heurter une pièce relevée ou une bride. Cadre et marche à blanc ne remplacent pas l'inspection de zone ; vérifiez séparément gaz et faisceau.

Pourquoi ? Un bon dessin peut être mal découpé avec de mauvaises coordonnées ou calques. Cette séquence valide ensemble fichier, procédé et machine.

Reprendre après une pause

Objectif : Validez le point de départ et l'état du procédé après interruption.

Éléments nécessaires : Cause d'arrêt, dossier du travail, tôle restée fixe et procédure de reprise.

1. Consignez et éliminez la cause. Ne reprenez pas si l'alarme gaz, refroidisseur ou sécurité persiste.
2. Vérifiez que tôle, zéro pièce et référence n'ont pas changé. Si la tôle a bougé ou la position est perdue, ne revenez pas aveuglément à l'ancien point.
3. Examinez départ affiché et calque sélectionné. Reperçage ou reprise en retrait varient selon version.
4. Effectuez les validations de simulation/position nécessaires. Après sécurisation, reprenez de façon contrôlée et surveillez la première trace.

> **Après un arrêt d'urgence**
>
> Déverrouiller l'arrêt d'urgence n'autorise pas la reprise automatique. Revalidez zone, référence et résolution de panne selon la procédure machine.

Pourquoi ? Si la tôle a bougé, l'ancien point d'arrêt ne correspond plus au bon point physique.

15.2 CypCut

CypCut est le logiciel Friendess de découpe de tôles planes. La date de création indiquée pour Friendess/FSCUT est 2007. Il réunit préparation de la technique de coupe, imbrication et commande d'usinage. Il fonctionne avec des cartes FSCUT, par exemple FSCUT1000/2000, et le régulateur capacitif BCS100. Vérifiez sur votre machine la carte et les fonctions installées.

Où le trouve-t-on ? Sur les machines fibre pour tôles planes configurées avec une commande Friendess/FSCUT. La marque de source ou de tête ne prouve pas seule l'utilisation de CypCut.

Premier jour

Objectif : Préparez le travail CypCut avec le FSCUT et la régulation de hauteur connectés.

Éléments nécessaires : Versions logiciel/carte, formation machine, fichier et paramètres approuvés.

1. Ouvrez le logiciel. Contrôlez communication carte et alarmes. Un fichier visible ne signifie pas machine prête.
2. Dégagez la zone et prenez l'origine selon la procédure. Contrôlez séparément référence machine et zéro pièce.
3. Effectuez la mise en service initiale du BCS100 avec une personne formée : **étalonnage servo → retour à l'origine et étalonnage capacitif → réglage automatique**. Ensuite, seul l'étalonnage capacitif est généralement nécessaire. Ne refaites pas les servos pour le contrôle quotidien.
4. Ouvrez le fichier ; contrôlez unités, contours, dimensions et imbrication. Validez l'association des traits importés au bon calque de coupe.
5. Comparez matériau, épaisseur, gaz, buse, focalisation, coupe et perçage du calque/procédé au relevé approuvé.
6. Suivez l'ordre des contours intérieurs et amorces en simulation. Vérifiez l'adéquation à la tôle par le cadre ; faites au besoin une marche à blanc sans faisceau.
7. Sécurités, gaz, refroidisseur et aspiration prêts, découpez un essai. Si cotes et traversée conviennent, lancez ; consignez versions de fichier et paramètres.

> **Attention**
> Ne confondez pas réglages de service BCS100 et paramètres de coupe. Si l'étalonnage échoue, ne forcez pas la hauteur pour découper ; contrôlez buse, céramique et tôle.

Pourquoi ? Régulation de hauteur et procédé exigent des contrôles distincts. L'un prêt ne corrige pas un défaut de l'autre.

Contrôle des fichiers et paramètres

Pour bords communs, micro-attaches ou parcours spéciaux, examinez leur exécution réelle. Vérifiez l'association des calques d'un travail préparé dans un logiciel distinct. Assurez-vous que la compensation n'est pas appliquée à la fois en FAO et sur la machine.

À l'arrêt, consignez dernier point, calque actif et cause. Si la tôle a bougé, ne reprenez pas par la seule commande de continuation. Menus et disposition varient selon version.

Capture d'écran à ajouter depuis une machine DOKTEK — **CypCut : écran principal ; travail et état machine**

Capture d'écran à ajouter depuis une machine DOKTEK — **CypCut : calques/paramètres ; matériau et unités**

Capture d’écran à ajouter depuis une machine DOKTEK — **CypCut : étalonnage ; identité de la commande**

15.3 CypOne

CypOne est un logiciel économique pour tôles planes, notamment dans l'enseigne et la tôle mince. Il propose traitement des dessins, paramètres, personnalisation de procédé, imbrication, parcours, simulation et commande de coupe. Il nécessite une carte de commande ; sans carte, il s'ouvre en démonstration.

Où le trouve-t-on ? Sur les machines pour tôles planes configurées CypOne avec carte compatible. L'écran de démonstration ne valide pas toutes les licences, équipements et fonctions de la machine.

Premier jour

Objectif : Préparez le fichier CypOne selon la configuration réelle de la machine.

Éléments nécessaires : Identification de carte, procédure fabricant, matériau approuvé et tôle d'essai.

1. Ouvrez l'application ; vérifiez mode démonstration ou carte réelle. Si la carte n'est pas reconnue, contrôlez raccordement et droits avec le responsable.
2. Machine prête et zone vide, prenez l'origine selon le fabricant. Effectuez ensuite l'étalonnage capacitif de sa régulation.
3. Ouvrez le fichier. Examinez petits détails, traits ouverts, unités et cotes réelles. Recontrôlez la quantité après correction.
4. Sélectionnez calques et procédé. Un réglage de tôle mince pris sur une autre machine n'est pas directement une valeur de production.
5. Contrôlez imbrication, amorces et micro-attaches. Simulez le parcours ; validez la position par le cadre sur machine.
6. Contrôlez gaz, refroidissement, aspiration et sécurités, puis découpez un essai. Validez, lancez et consignez les modifications.

> **Attention**
> Un fichier ouvert sans problème en démonstration n'autorise pas la coupe réelle. Validez carte, hauteur et procédé devant la machine.

Pourquoi ? Préparation du dessin et préparation physique exigent des validations différentes.

Points d'attention

Consignez la version ayant préparé le fichier en démonstration. Avant transfert, validez format et fonctions. Ne remplissez pas un champ manquant à partir de l'écran d'une autre version. Utilisez les dossiers matériau/procédé autorisés du système installé.

Capture d'écran à ajouter depuis une machine DOKTEK — **CypOne : écran principal ; travail et état machine**

Capture d'écran à ajouter depuis une machine DOKTEK — **CypOne : calques/paramètres ; matériau et unités**

Capture d'écran à ajouter depuis une machine DOKTEK — **CypOne : étalonnage ; identité de la commande**

15.4 CypNest et HypCut

CypNest : préparation d'imbrication distincte

CypNest est le logiciel d'imbrication avancée distinct et payant de Friendess. Il propose bords communs, imbrication automatique et parcours. Il peut fonctionner sur un ordinateur de préparation séparé avec sortie compatible ; transfert selon version.

Objectif : Transférez l'imbrication après validation pour la machine cible.

Éléments nécessaires : Licence, définition machine/sortie adaptée, dossier pièces et tôle.

1. Ouvrez ; validez machine cible, matériau, épaisseur et quantités.
2. Importez les pièces. Contrôlez imbrication, bords communs, amorces et parcours.
3. Simulez ; enregistrez et transférez la sortie adaptée.
4. **Sur la machine :** Ouvrez la commande → prenez l'origine → étalonnez le capteur → ouvrez le fichier → validez les calques → simulation/cadre → essai et validation, puis coupe.

> **Attention**
> Origine et étalonnage se font sur la machine cible ; ce ne sont pas des fonctions CypNest. Utilisez les bords communs avec un procédé approuvé.

Pourquoi ? L'association des procédés sur la machine doit être validée en plus de l'imbrication.

Capture d'écran à ajouter depuis une machine DOKTEK — **CypNest : écran principal et imbrication**

Capture d'écran à ajouter depuis une machine DOKTEK — **CypNest : procédé/sortie et association des calques**

Capture d'écran à ajouter depuis une machine DOKTEK — **étalonnage de la machine cible ; ce n'est pas une fonction CypNest**

HypCut : forte puissance et commande par bus

HypCut est le logiciel Friendess utilisé sur les systèmes de forte puissance et à bus de données. Il équipe les machines à commande compatible. Consultez le fabricant pour fonctions, licences et mise en service.

Objectif : Validez le premier travail dans l'ordre du fabricant.

Éléments nécessaires : Documentation HypCut/machine, formation et procédé approuvé.

1. Ouvrez ; contrôlez communication et alarmes. Prenez l'origine et étalonnez la hauteur selon le fabricant.
2. Ouvrez le fichier ; validez calques et paramètres. Effectuez simulation et cadre.
3. Sécurités et auxiliaires prêts, découpez un essai ; validez avant production.

> **Attention**
> Ne modifiez pas bus, variateurs ou communication comme des réglages opérateur de coupe.

Pourquoi ? Le nom du logiciel ne valide pas l'intégration machine.

Capture d'écran à ajouter depuis une machine DOKTEK — **HypCut : écran principal**

Capture d'écran à ajouter depuis une machine DOKTEK — **HypCut : calques/paramètres**

Capture d'écran à ajouter depuis une machine DOKTEK — **HypCut : étalonnage**

15.5 Série Raytools XC3000

La série Raytools XC3000 commande les mouvements de découpe laser. Le logiciel fonctionne avec une clé matérielle ; sans clé, il propose un mode simulateur. Validez le fonctionnement réel par le matériel installé et la clé.

Où le trouve-t-on ? Sur les machines équipées d'une commande XC3000. Une tête Raytools ne prouve pas que la commande soit aussi XC3000.

Premier jour

Objectif : Préparez le travail en distinguant simulateur et machine réelle.

Éléments nécessaires : Clé matérielle, manuel, modèles commande/tête et procédé approuvé.

1. Ouvrez ; vérifiez détection de clé et état de fonctionnement réel. Les mouvements du simulateur ne valident pas les axes physiques.
2. Machine prête et zone vide, prenez l'origine selon le fabricant. Étalonnez le capteur selon sa propre méthode.
3. Ouvrez ; validez unités, contours, quantité et dimensions de tôle. Associez les calques au bon procédé.
4. Contrôlez perçage, coupe, gaz et focalisation. Validez buse adaptée et état des vitres.
5. Simulez ; vérifiez les limites réelles par le cadre. Effectuez la marche à blanc nécessaire sans faisceau.
6. Sécurités et auxiliaires prêts, découpez un essai. Si traversée et cotes conviennent, lancez ; conservez fichier et réglages.

> **Attention**
> Ne changez pas les sécurités pour résoudre une erreur de clé ou de communication. Le simulateur ne valide pas la préparation de production.

Pourquoi ? Licence, connexion machine et sécurité des mouvements sont distinctes.

Distinguez tête et commande

Ne supposez pas un entretien identique pour les têtes Raytools BM111 et BM06K. La BM111 comporte trois vitres de protection : supérieure, intermédiaire et inférieure. Identifiez modèle et position ; remplacer une vitre ne prouve pas que tout le trajet optique est propre. Pour l'entretien, suivez la section 16.4.

Capture d'écran à ajouter depuis une machine DOKTEK — **Raytools XC3000 : écran principal ; travail et état machine**

Capture d'écran à ajouter depuis une machine DOKTEK — **Raytools XC3000 : calques/paramètres ; matériau et unités**

Capture d'écran à ajouter depuis une machine DOKTEK — **Raytools XC3000 : étalonnage ; identité de la commande**

15.6 Ermaksan Fibermak

Le pupitre et le logiciel de l'Ermaksan Fibermak sont développés par Ermaksan. Le pupitre vise un déroulement simple réduisant les erreurs. Consultez le manuel Ermaksan de la machine installée pour l'IHM, l'application CNC et les boutons.

Où le trouve-t-on ? Sur les Ermaksan Fibermak. Génération de pupitre, version et options varient ; n'attendez pas le même écran sur une autre machine.

Premier jour

Objectif : Validez le travail Fibermak par son pupitre et son application CNC.

Éléments nécessaires : Manuel Ermaksan de la machine, formation, fichier et procédé approuvés.

1. Suivez le démarrage fabricant et ouvrez l'interface. Contrôlez états IHM/CNC, sécurités et auxiliaires.
2. Dégagez la zone. Effectuez référence/origine selon le manuel, puis l'étalonnage de hauteur prévu.
3. Ouvrez le fichier par la méthode admise. Validez unités, tôle, quantité, coordonnées et contours.
4. Associez calques ou groupes équivalents au matériau/épaisseur adaptés. Les noms des champs peuvent varier.
5. Effectuez simulation et limites/cadre disponibles selon le manuel. Examinez amorces et pièces susceptibles de se relever.
6. Protections fermées, découpez un essai. Validez, lancez et contrôlez les premières pièces.

> **Attention**
> N'attribuez pas aux boutons physiques les fonctions d'un autre logiciel. Validez démarrage, pause, arrêt et reprise dans le manuel Ermaksan.

Pourquoi ? Un pupitre simple ne dispense pas des contrôles de procédé et de référence.

Passation de poste

Précisez nom du travail ouvert, état de dernière pièce, procédé et cause de pause. Consignez les alarmes intégrales. Pour un fichier FAO externe, validez sortie machine et association des procédés.

Capture d'écran à ajouter depuis une machine DOKTEK — **Ermaksan Fibermak : écran principal ; travail et état machine**

Capture d'écran à ajouter depuis une machine DOKTEK — **Ermaksan Fibermak : calques/paramètres ; matériau et unités**

Capture d'écran à ajouter depuis une machine DOKTEK — **Ermaksan Fibermak : étalonnage ; identité de la commande**

15.7 Durma HD-FL — Siemens

La Durma HD-FL utilise une CNC Siemens Sinumerik 840D sl 64 bits avec PC intégré. Des logiciels FAO/imbrication externes, comme Hypertherm ProNest, prennent en charge les machines Durma. Validez séparément modèle installé, configuration CNC et définition de sortie.

Où le trouve-t-on ? Cette description concerne la configuration Durma HD-FL. Les écrans et cycles d'un autre modèle Durma ou d'une machine Siemens d'un autre fabricant ne sont pas considérés identiques.

Premier jour

Objectif : Adaptez la sortie FAO au cycle Durma/Siemens.

Éléments nécessaires : Manuel Durma, informations CNC, postprocesseur adapté à la machine, programme et procédé approuvés.

1. Démarrez selon le fabricant ; contrôlez CNC et interface prêtes, alarmes et sécurités.
2. Effectuez la prise de référence/origine puis l'étalonnage de hauteur selon la procédure.
3. Transférez la sortie FAO par la méthode autorisée ; sélectionnez le programme. Comparez format et nom au dossier.
4. Contrôlez matériau/épaisseur et association du procédé. L'équivalent d'un calque peut être une fiche technologique ou un groupe ; ne supposez pas les noms.
5. Examinez le parcours en simulation/prévisualisation. Effectuez limites/cadre et marche à blanc pris en charge selon le fabricant.
6. Gaz, refroidissement, aspiration et sécurités prêts, découpez un essai. Si cotes et qualité conviennent, lancez ; consignez versions programme/procédé.

> **Attention**
> Ne lancez pas directement un programme d'une autre Durma au motif que le nom CNC est identique. Codes, cycles et mouvements sûrs dépendent du postprocesseur et de la machine.

Pourquoi ? La prise en charge FAO ne signifie pas que tout programme fonctionne partout sans adaptation.

Conservez ensemble programme et procédé

Gardez numéro de travail, version FAO, définition de sortie et procédé dans le même dossier. Si la compensation est en FAO, vérifiez aussi la CNC. Pour une modification manuelle, suivez les droits et l'enregistrement de l'entreprise.

Capture d'écran à ajouter depuis une machine DOKTEK — **Durma HD-FL / Siemens : écran principal ; travail et état machine**

Capture d'écran à ajouter depuis une machine DOKTEK — **Durma HD-FL / Siemens : calques/paramètres ; matériau et unités**

Capture d'écran à ajouter depuis une machine DOKTEK — **Durma HD-FL / Siemens : étalonnage ; identité de la commande**

15.8 Autres logiciels et transfert FAO vers machine

CutMaker — validation en attente

Cette section sera complétée avec des captures d'une machine DOKTEK.

Cette version ne valide pas les machines compatibles, menus, fonctions et premières étapes de CutMaker. N'appliquez pas de séquence spécifique sans relever nom complet et version. La validation documentera où s'effectuent démarrage, origine, étalonnage, ouverture, calques, simulation/cadre et lancement : dans le logiciel ou sur le pupitre.

Capture d'écran à ajouter depuis une machine DOKTEK — **CutMaker — fonctions et emplacements à valider : écran principal ; travail et état machine**

Capture d'écran à ajouter depuis une machine DOKTEK — **CutMaker — fonctions et emplacements à valider : calques/paramètres ; matériau et unités**

Capture d'écran à ajouter depuis une machine DOKTEK — **CutMaker — fonctions et emplacements à valider : étalonnage ; identité de la commande**

Lantek, SigmaNEST, ProNest et logiciels FAO similaires

Le transfert d'un travail de fabrication assistée par ordinateur dépend de version, licence, prise en charge machine et postprocesseur adapté. Le seul nom Lantek, SigmaNEST ou ProNest ne prouve pas la compatibilité. Avec une sortie compatible, dessin/imbrication peuvent se préparer sur un autre ordinateur et mouvements/coupe se commander sur le pupitre.

Objectif : Validez sur la machine cible la conservation de géométrie et procédé.

Éléments nécessaires : Définition de sortie validée pour la cible, numéro de travail, dossier matériau/tôle, transfert et manuel machine.

1. Ouvrez la FAO ; validez cible et sortie. Pour Lantek, SigmaNEST ou ProNest, faites-le pour le logiciel installé.
2. Importez le dessin. Contrôlez unités, cotes, contours fermés, quantité, tôle et matériau. Préparez imbrication et ordre.
3. Examinez amorces, micro-attaches et compensation. Définissez où appliquer cette dernière ; ne la répétez pas en FAO et en CNC.
4. Simulez et générez la bonne sortie. Consignez fichier, révision et matériau/épaisseur ; transférez par la méthode autorisée.
5. **Côté machine :** Ouvrez la commande → prenez l'origine selon le fabricant → étalonnez le capteur → ouvrez le fichier → validez calques/procédé → simulation/cadre → validez l'essai, puis découpez.
6. En fin de travail, consignez la version réellement utilisée. Ne supposez pas que la FAO récupère automatiquement les modifications machine.

> **Attention**
> N'ignorez pas un avertissement de fichier inconnu ou de commande non prise en charge. Ne tentez pas de rendre compatible une sortie d'autre machine en changeant son extension.

Pourquoi ? Même si la géométrie paraît correcte, codes de procédé, compensation ou interprétation des coordonnées peuvent différer.

Capture d'écran à ajouter depuis une machine DOKTEK — **Logiciel Lantek / SigmaNEST / ProNest installé : écran principal ; nom, cible et imbrication**

Capture d'écran à ajouter depuis une machine DOKTEK — **Logiciel Lantek / SigmaNEST / ProNest installé : procédé/sortie ; association des calques machine**

Capture d'écran à ajouter depuis une machine DOKTEK — **Logiciel Lantek / SigmaNEST / ProNest installé : étalonnage de la cible ; ne pas présenter comme fonction FAO**

> **Contrôle de remise du fichier**
> Remettez ensemble nom/révision du travail, cible, type/épaisseur de tôle, quantité, définition de sortie et version du procédé. Faites valider toute donnée manquante par le préparateur au lieu de la deviner.

16

Entretien

Planifiez avant la panne. Ne vous contentez pas de remplacer une pièce sale ou abîmée ; éliminez aussi la cause. Fréquences et méthodes dépendent du modèle, de l'intensité d'utilisation et du fabricant.

État sûr avant entretien

Arrêtez la coupe ; désactivez l'émission et stationnez la tête en sécurité. Isolez, verrouillez et étiquetez les énergies électriques, de mouvement et de pression nécessaires selon le fabricant. Vérifiez qu'aucun mouvement ni faisceau ne peut réapparaître. Attendez le refroidissement. Ne neutralisez pas une sécurité de porte pour entretenir.

16.1 Plan d'entretien et responsables

Les durées ci-dessous sont des temps actifs approximatifs pour planifier ; elles excluent refroidissement, isolement, séchage, accès et attente du service. Appliquez les intervalles plus courts du fabricant. Renforcez les contrôles en milieu poussiéreux et après acier galvanisé ou aluminium. L'opérateur intervient seulement dans sa formation et son autorisation.

Fréquence	Travail	Durée approximative	Responsable
Quotidien / début de poste	Contrôle buse, céramique et vitre à accès autorisé ; procédure adaptée si remplacement.	10–15 min	Opérateur formé
Quotidien / début de poste	Niveau/débit/alarmes refroidisseur, fuites extérieures, condensation ; gaz et aspiration prêts.	5–10 min	Opérateur
Quotidien / fin de poste	Nettoyage table/scories accessibles ; contrôle de purge d'eau du compresseur.	10–20 min	Opérateur formé
Hebdomadaire	Filtres gaz/air, sécheur, purges et fuites extérieures.	15–30 min	Personnel d'entretien
Hebdomadaire	Salissures visibles des rails/crémaillères, lubrification et entrées d'aspiration.	20–40 min	Personnel d'entretien
Mensuel	Filtres et passages d'air du refroidisseur ; filtres/conduits d'aspiration ; filtres de ventilateurs.	30–60 min	Personnel d'entretien ; armoire réservée au personnel habilité en électricité
Mensuel	État des palettes, lames de table, courroies/crémaillères et fixations.	30–60 min	Personnel d'entretien
Tous les 3 mois	Besoin de renouvellement d'eau, flexibles, filtres et comparaison des relevés d'ambiance au plan fabricant.	45–90 min	Entretien / service technique
Tous les 3 mois	Usure, lubrification et analyse des erreurs récurrentes d'étalonnage ou de cotes.	45–90 min	Entretien / service technique
Annuel	Révision selon fabricant ; sécurités, électricité, mécanique, optiques ; réexamen du plan de mesure de puissance.	Selon plan de service, généralement à l'échelle d'un poste	Service autorisé et responsable d'entretien de l'entreprise

Planifiez le renouvellement d'eau selon le fabricant, généralement tous les quelques mois. La ligne « tous les 3 mois » n'impose pas un intervalle universel. Définissez aussi filtres et lubrification d'après la documentation.

Pour chaque tâche, consignez date, heures, observations, pièces/consommables et intervenant. Distinguez « contrôlé » et « remplacé ». Pour le quotidien, utilisez le formulaire de l' annexe B.

16.2 Remplacer la buse

Objectif : Remplacez une buse abîmée ou bouchée par le bon type.

Éléments nécessaires : Buse compatible, gants propres, outil adapté, chiffon propre et procédure de centrage. Choisissez simple couche (S) ou double couche (D) selon le procédé approuvé.

1. Assurez l'état sûr avant entretien. Notez type monté et travail ; attendez le refroidissement.
2. Retirez les salissures libres autour sans les envoyer dans la tête. Démontez selon le modèle ; ne forcez pas la céramique.
3. Examinez embout, orifice et filets. Pour choc, ovalisation ou scories adhérentes, appliquez le nettoyage/remplacement autorisé. Ne réparez pas en agrandissant l'orifice.
4. Vérifiez référence, propreté et filets de la nouvelle buse. Montez selon le fabricant ; ne croisez pas les filets et ne serrez pas au hasard.
5. Retirez outils et consommables. Revenez à un état de fonctionnement sûr ; dans les contrôles finaux de la section 16.5, effectuez étalonnage capacitif et centrage dans l'ordre fabricant.
6. Validez par cadre et essai contrôlé. Consignez motif, type et date.

> **Attention**
> Ne faites pas de tir improvisé à faisceau accessible pour centrer. Si l'essai fermé et protégé exige une formation, confiez-le à une personne formée.

Pourquoi ? Orifice et centrage déterminent la convergence du gaz et du faisceau. Un mauvais montage peut aussi perturber le suivi.

Photo à ajouter depuis une machine DOKTEK — **ancienne/nouvelle buse, embout endommagé et bonne étiquette ; faisceau coupé**

16.3 Remplacer la bague céramique

Objectif : Remplacez la bague fissurée ou abîmée par la bonne pièce et validez la hauteur.

Éléments nécessaires : Bague adaptée, gants propres, outil du fabricant et instructions de montage.

1. Isolez faisceau, mouvements et énergies nécessaires. Stationnez la tête ; démontez la buse selon la section 16.2.
2. Examinez fissures, cassures, brûlures et salissures des contacts. Signalez au service tout dommage extérieur de câble ou raccord.
3. Retirez selon le fabricant. Nettoyez logement et contacts par la méthode autorisée ; évitez toute chute de salissure à l'intérieur.
4. Placez la bonne pièce dans le bon sens. Fixez retenues et raccords selon les instructions ; ne tordez pas la céramique.
5. Montez la buse adaptée. Retirez les outils ; effectuez en sécurité étalonnage et centrage.
6. Contrôlez la position à faible risque et découpez un essai. Si l'alerte capteur persiste, suivez la section 17.3 ; ne forcez pas le fonctionnement.

> **Attention**
> N'utilisez pas une bague fissurée recollée ou shuntée par un matériau conducteur. Méthode et force de serrage dépendent du modèle.

Pourquoi ? La céramique participe à l'isolation et au positionnement du groupe buse. Une fissure ou un desserrage peut déstabiliser la mesure.

Photo à ajouter depuis une machine DOKTEK — **fissure de bague, logement propre et bon sens de montage**

16.4 Contrôle, nettoyage et remplacement de la vitre

Objectif : Identifiez salissures et dommages et intervenez sans contaminer le trajet optique.

Éléments nécessaires : Gants propres, milieu sans poussière, support propre, vitre/joint adaptés, papier optique et alcool isopropylique de pureté approuvée. Vérifiez compatibilité du revêtement et du nettoyage dans le manuel.

1. Sécurisez la machine. Identifiez modèle et logement dont l'ouverture est autorisée. **La BM111 comporte trois vitres : supérieure, intermédiaire et inférieure.** Ne supposez pas la même disposition sur BM06K ou un autre modèle.
2. Nettoyez les abords. Mettez les gants ; posez la vitre uniquement sur le support propre préparé. Réduisez l'exposition de l'ouverture aux poussières.
3. Retirez cassette/logement selon le fabricant. Avant démontage, consignez sens, retenues et joints. Ne touchez pas les surfaces optiques.
4. Examinez la vitre à la lumière ambiante en biais ; ne regardez pas le trajet du faisceau. Recherchez points, taches, fissures, rayures, brûlures et revêtement abîmé. Ne réutilisez pas une vitre brûlée, fissurée ou durablement endommagée.
5. Pour une salissure nettoyable seulement, utilisez papier optique et alcool autorisés. Humidifiez suffisamment ; passez doucement dans un seul sens sans pression. Papier neuf à chaque passage ; ni frottement à sec ni réutilisation d'une face sale.
6. Après séchage, recontrôlez à la lumière l'absence de traces. Si une tache persiste, remplacez au lieu d'insister sur le revêtement.
7. Montez la bonne vitre dans le bon sens avec un joint propre et adapté. Ne devinez pas le sens. Ne pincez pas le joint ; fermez selon le fabricant.
8. En état sûr, validez étalonnage et centrage dans l'ordre prévu. Découpez un essai ; si l'encrassement rapide persiste, recherchez les causes de la section 17.4.
9. Consignez position de vitre, référence, opération et observation. Ne rangez pas une vitre usagée dans une boîte de neuve.

> **Attention**
> L'alcool isopropylique est inflammable ; éloignez chaleur et sources d'allumage, ventilez. Ne versez pas de solvant dans la tête. N'utilisez ni essuie-tout, chiffon ordinaire, air huileux ou grattoir. N'ouvrez pas un logement réservé au service.

Pourquoi ? Une salissure absorbe le faisceau et chauffe. Mauvais sens, joint sale ou logement laissé ouvert peuvent rapidement endommager la vitre neuve.

Photo à ajouter depuis une machine DOKTEK — **inspection à la lumière ambiante, papier optique, sens et joint ; modèle et position identifiés**

> **Consignez les pertes répétées de vitres**
> Notez après quel matériau et perçage la vitre se salit. Renforcez les contrôles après acier galvanisé et aluminium. Un remplacement seul ne résout pas gaz sale ou projections excessives.

16.5 Lentilles de focalisation/collimation et validation après entretien

Objectif : Réservez les optiques internes au personnel autorisé et validez le fonctionnement après entretien extérieur.

Éléments nécessaires : Manuel de tête, personne formée/service, propreté contrôlée, méthodes d'étalonnage et centrage approuvées.

1. Si une lentille interne semble abîmée, arrêtez. Consignez contrôles extérieurs et travail d'apparition ; préparez les informations de service de l' annexe E.
2. Seule une personne formée à cette opération ou le service accède aux lentilles internes. N'ouvrez pas leur logement dans le cadre du nettoyage opérateur.
3. Le service intervient sur lentilles, joints et raccords selon le modèle. Ce chapitre ne donne aucune valeur de démontage, orientation ou réglage interne.
4. Après intervention buse, céramique ou vitre, vérifiez logements fermés et bonnes pièces. Retirez outils, solvant et emballages.
5. Revenez à l'état de fonctionnement sûr. Effectuez étalonnage et centrage **dans l'ordre prévu par le fabricant** ; il peut varier selon la méthode. N'omettez aucun contrôle.
6. Utilisez le dispositif d'essai fermé exigé. N'ouvrez pas les protections pour un essai au ruban ou un tir.
7. Appliquez au besoin l'essai de focalisation du chapitre 11. Contrôlez cadre, suivi et traversée/cotes/chant sur l'essai.
8. Consignez sur la fiche. Si l'étalonnage ne tient pas ou la focalisation n'est pas reproductible, contactez le service avant production.

> **Attention**
> Ne regardez pas le faisceau directement ou réfléchi. Ne compensez pas un défaut d'optique interne par des paramètres de coupe. Obtenez le rapport et l'autorisation de reprise après service.

Pourquoi ? La position interne agit sur la focalisation. Même avec des pièces extérieures neuves, hauteur et centrage doivent être validés pour une coupe stable.

Photo à ajouter depuis une machine DOKTEK — **modèle de tête fermée, dispositif d'essai sûr et résultat d'étalonnage ; optiques internes documentées par le service**

16.6 Entretien du refroidisseur

Objectif : Préservez le refroidissement adapté de source et tête.

Éléments nécessaires : Documents refroidisseur/source, qualité d'eau prescrite, récipient propre, filtre adapté et fiche.

1. Consignez température, débit et alarmes. Identifiez les circuits dans le manuel ; ne supposez pas des consignes identiques.
2. Arrêtez et isolez comme requis. Vérifiez le niveau dans l'état et sur l'indicateur prévus. Si un appoint est nécessaire, recherchez aussi une fuite.
3. Utilisez l'eau pure/déionisée prescrite ; conductivité et additifs dépendent du modèle. Pas d'eau du robinet, d'antigel ou de biocide choisis au hasard. Ne mélangez pas de fluides sans approbation.
4. Contrôlez flexibles, raccords et filtre. Nettoyez/remplacez selon le fabricant sans contaminer le circuit. Respectez pression et vidange avant ouverture.
5. Planifiez le renouvellement d'eau **selon le fabricant, généralement tous les quelques mois**. Suivez les étapes de vidange, nettoyage, remplissage et purge du modèle.
6. Comparez la température aux instructions source/tête. Tenez compte de l'humidité et du point de rosée ; ne découpez pas avec condensation. Pas de consigne unique pour toutes les machines.
7. Rétablissez les énergies en sécurité. Validez niveau, étanchéité et débit par le contrôle prévu. Pas de laser avant absence d'alarmes et refroidissement stable.
8. Consignez dates eau/filtres, fluide, réglages, ambiance et observations.

> **Attention**
> Ne shuntez pas l'alarme de débit. Si le niveau baisse sans cesse, ne continuez pas avec de simples appoints. N'ouvrez pas un circuit chaud ou pressurisé.

Pourquoi ? Eau, débit et ambiance déterminent ensemble le refroidissement. Eau inadaptée ou condensation peuvent endommager source et tête.

Photo à ajouter depuis une machine DOKTEK — **indicateur de niveau, repères des circuits, filtre et points de condensation**

16.7 Entretien des circuits gaz et air

Objectif : Assurez l'arrivée du gaz à la bonne pression et propreté.

Éléments nécessaires : Documentation gaz, détecteur de fuite compatible, filtre adapté, instructions sécheur/compresseur et EPI nécessaires.

1. Validez gaz et correspondance du circuit avec la machine. Examinez extérieurement bouteille/réservoir et détendeur ; consignez alarmes et pressions.
2. Isolez avant intervention sur filtre ou raccord. Dépressurisez en sécurité selon le fabricant ; ne desserrez pas un raccord sous pression.
3. Recherchez eau, huile ou salissures dans bol/élément filtrant. Remplacez selon le fabricant, sans filtre incompatible. Avec huile, ne réalimentez pas les optiques avant résolution.
4. Contrôlez états prêt/alarme et indicateur de séchage prescrit. Vérifiez la purge d'eau du compresseur ; si manuelle, suivez la procédure du modèle.
5. Recherchez écrasements, fissures et frottements des flexibles. Après remise en pression sûre, contrôlez les raccords avec le produit adapté ; jamais de flamme.
6. En débit de coupe, validez la stabilité sur l'indicateur autorisé. La pression statique du détendeur seule ne valide pas le circuit.
7. Consignez gaz, filtres/sécheur, purges et étanchéité. Si le problème persiste, suivez la section 17.9.

> **Attention**
> Ni huile ni graisse sur les pièces au contact de l'oxygène. Ne resserrez pas une fuite sous pression. Réservez détendeurs et sécurités au réparateur autorisé.

Pourquoi ? Gaz sale ou huileux affecte durée de vie des vitres et qualité. Une restriction peut faire chuter la pression en débit.

Photo à ajouter depuis une machine DOKTEK — **contrôle eau/huile des filtres, indicateur sécheur, purge compresseur et étiquette gaz**

16.8 Entretien mécanique : rails, crémaillères, courroies et table

Faites consigner la réception de la précision et de la répétabilité du positionnement des axes selon ISO 230-2:2014 (+Amd 1:2016) dans le rapport de service ; n'utilisez pas VDI/DGQ 3441, retiré, comme norme de réception. Les seules cotes d'une pièce coupée ne constituent pas un essai de positionnement des axes.

Objectif : Gardez les mouvements propres et préservez les supports de tôle.

Éléments nécessaires : Plan de lubrification, outils de nettoyage, huile/graisse prescrites, outils à scories et protections coupure/chaleur.

1. Placez axes et palettes en position d'entretien ; isolez électricité et mouvements imprévus. Attendez le refroidissement des scories.
2. Recherchez salissures, usure et dégâts sur rails/crémaillères. Nettoyez copeaux et poussières sans abîmer les surfaces ni les pousser dans patins/joints.
3. Appliquez le bon produit aux points du plan ; contrôlez réservoir, conduites et alertes de lubrification centralisée. Ne mélangez pas les huiles et ne surlubrifiez pas au hasard.
4. Si présente, examinez la courroie : fissures, usure et détente. Le personnel formé contrôle la tension selon le fabricant ; aucun réglage au toucher.
5. Contrôlez palettes, lames et appuis. Retirez les scories avec l'outil adapté ; remplacez les lames déformées/usées selon le plan. Examinez verrous et zone de mouvement.
6. Retirez outils et déchets. Après sécurisation, effectuez l'essai de mouvement contrôlé ; arrêtez si bruit, accrochage ou écart de position.
7. Si les erreurs de cote/forme persistent, suivez la section 17.6. L'opérateur ne modifie pas gains servo, compensation électronique ou réglage de crémaillère.

> **Attention**
> Prévenez tout mouvement inattendu avant d'entrer dans la table ou d'approcher une palette. Les scories peuvent être coupantes et chaudes. Éloignez mains et chiffons des rails/crémaillères mobiles.

Pourquoi ? Salissures et lubrification insuffisante gênent le mouvement. Des supports dégradés peuvent courber la tôle et accroître le soulèvement.

Photo à ajouter depuis une machine DOKTEK — **nettoyage rails/crémaillères, point de lubrification, courroie éventuelle et lame avec/sans scories**

16.9 Aspiration et armoire électrique

Aspiration des fumées

Dans les dossiers de maintenance et du fournisseur, distinguez l'évaluation des émissions EN 1093 / ISO 14123 des essais d'efficacité de séparation des équipements ISO 21904-2:2020 ; une cartouche filtrante seule est hors du domaine de cet essai d'équipement et cette référence ne prouve pas à elle seule la suffisance de l'aspiration sur place lors de la maintenance (annexe F).

Objectif : Maintenez une évacuation adaptée des fumées.

Éléments nécessaires : Documentation d'aspiration, filtre adapté, collecte compatible avec les poussières et EPI prescrits.

1. Arrêtez la coupe. Sécurisez l'aspiration selon la séquence d'arrêt/nettoyage ; empêchez un démarrage inattendu du ventilateur.
2. Recherchez obstruction, fuite et dépôts aux ouvertures et conduits. N'entrez pas dans un conduit ; confiez les zones inaccessibles à l'équipe formée.
3. Contrôlez le filtre selon indicateur et plan fabricant. Nettoyez ou remplacez uniquement par une méthode autorisée ; tous les filtres ne sont pas lavables.
4. Gérez les poussières dans un récipient adapté. Pour l'aluminium notamment, validez collecte et nettoyage compatibles ; ni aspirateur domestique ni air comprimé improvisé.
5. Refermez capots et raccords. Validez l'aspiration selon le fabricant ; ne découpez pas si insuffisante. Consignez.

> **! Fumée ou signe de combustion**
>
> En cas d'échauffement anormal, d'étincelles ou de fumée dans filtre/conduit, ne redémarrez pas ; appliquez le plan incendie/urgence. Ne soufflez pas les poussières dans l'atelier.

Pourquoi ? Filtres et conduits bouchés peuvent laisser les fumées dans l'atelier. Un mauvais nettoyage remet les poussières en suspension.

Photo à ajouter depuis une machine DOKTEK — **entrée d'aspiration, accès conduit, indicateur filtre et collecte sûre**

Armoire électrique

Objectif : Contrôlez poussière et refroidissement de l'armoire en sécurité.

Éléments nécessaires : Habilitation électrique, instructions d'attente/isolement, filtre de ventilateur et nettoyage adaptés à l'électricité.

1. L'opérateur observe entrées d'air, filtre extérieur et alarmes, armoire fermée. Signalez au personnel habilité les tâches nécessitant l'ouverture.
2. La personne habilitée isole, verrouille et étiquette. Après l'attente prescrite, elle vérifie l'absence de tension par la méthode adaptée.
3. Nettoyez/remplacez les filtres selon les instructions. Seule la personne habilitée dépoussière l'intérieur ; ni air, solvant ou humidité sur les cartes.
4. Signalez brûlures, desserrages apparents, câbles abîmés et ventilateurs défaillants. Aucun serrage de borne ou mesure électrique sans autorisation.
5. La personne habilitée ferme, remet sous tension en sécurité et contrôle ventilation/refroidissement. Elle consigne constat et filtres remplacés.

> **! Le sectionneur seul ne vaut pas vérification**
>
> Certains circuits peuvent garder énergie ou tension stockée. Travail dans l'armoire et contrôle de tension sont réservés au personnel habilité.

Pourquoi ? Un filtre bouché augmente la température. Un nettoyage non autorisé expose à l'électrisation ou à des dégâts matériels.

Photo à ajouter depuis une machine DOKTEK — **filtre de l'armoire fermée et étiquette d'entretien ; intérieur uniquement par personne habilitée**

17

Dépannage

Identifiez d'abord le symptôme, puis contrôlez dans l'ordre. Ne changez qu'un réglage par essai. Arrêtez en cas de dommage, condensation, fuite de gaz ou défaut de sécurité ; éliminez la cause avant reprise.

Distinguez contrôle et intervention

Vous pouvez lire l'écran machine fermée. Avant de toucher tête, optiques, circuits ou mécanique, empêchez émission et mouvements inattendus ; isolez les énergies nécessaires selon le fabricant. N'ouvrez pas un circuit pressurisé. Réservez électricité et optiques internes au personnel autorisé.

Les durées indiquent un premier contrôle approximatif, hors refroidissement, isolement, remplacement de consommables et attente du service. Avec la mention « service », la durée dépend de la panne. Codes et acquittements varient selon modèle/version.

17.0 Index des symptômes

Symptôme	Consultez d'abord
Coupe non traversante	17.1 Ne coupe pas
Pas de trou initial	17.2 Ne perce pas
Collision de tête / alerte capteur de hauteur	17.3 Suivi en hauteur
Vitre rapidement sale / brûlée	17.4 Vitre de protection
Pièce qui se soulève / bascule	17.5 Support de pièce
Erreur de cote / décalage de forme	17.6 Dimensions et mouvements
Alarme source laser	17.7 Alarmes source
Alarme débit, température ou niveau du refroidisseur	17.8 Alarmes refroidisseur
Alarme pression gaz / chute pendant la coupe	17.9 Pression gaz

En présence d'alarme, consultez d'abord sa section. Ne tentez pas de résoudre par les paramètres une source ou un refroidisseur non prêts. Pour bavures et défauts de chant, utilisez aussi le tableau du chapitre 13.

17.1 Ne coupe pas / ne traverse pas

Objectif : Distinguez dans l'ordre les causes optiques, gaz et procédé si le faisceau ne traverse pas.

Éléments nécessaires : Paramètres approuvés, matériau/épaisseur réels, consommables propres, manuel et formulaire de l' annexe C.

Une variable	Vitesse	Focalisation	Gaz	Consignez
Un seul réglage par essai	Essai contrôlé dans la plage approuvée	Validation avec le chapitre 11	Type, propreté et pression en débit	Ancienne/nouvelle valeur et résultat

1	**Vitre de protection** Une vitre sale, tachée ou brûlée peut absorber la puissance.	Sécurisez la machine. Retirez la vitre autorisée avec gants propres en milieu sans poussière et examinez-la à la lumière ambiante. Si tachée, nettoyez selon la section 16.4 ; remplacez si abîmée ou non nettoyable. Contrôlez davantage après acier galvanisé et aluminium. POINT DE CONTRÔLE FRÉQUENT · 5–10 MIN
2	**Buse** Une buse déformée, bouchée ou décentrée peut dégrader la coupe.	Démontez ; recherchez chocs et scories adhérentes. Remplacez par la bonne pièce et centrez par la méthode protégée du fabricant. L'essai au ruban exige une méthode fermée autorisée et une formation ; aucun essai à faisceau accessible. 5–10 MIN
3	**Focalisation** Une mauvaise focalisation concentre l'énergie au mauvais endroit.	Comparez au procédé adapté. En cas de doute, effectuez l'essai du chapitre 11. Signalez un logement de lentille potentiellement desserré ; n'ouvrez pas les optiques internes. 5–15 MIN
4	**Vitesse** Elle peut être trop élevée pour le matériau et le procédé.	Comparez au relevé approuvé. Essayez une vitesse inférieure autorisée comme seule variable. Si la traversée s'améliore, consignez ; n'écrasez pas le procédé principal sans validation. 5–10 MIN
5	**Gaz** Chute de pression, réserve épuisée ou gaz sale possibles.	Contrôlez gaz, bouteille/réservoir et détendeur. Surveillez la pression en débit sur l'indicateur sûr. Validez la pureté par documents fournisseur/fabricant ; l'air doit être sec et déshuilé. Pour filtres/sécheur et fuites, suivez la section 16.7. 5–10 MIN
6	**Hauteur de buse** Mesure capacitive incorrecte ou instable possible.	Recherchez eau, huile, film et salissures sur la tôle. Faites vérifier le contact électrique en sécurité. Étalonnez selon le fabricant ; si l'alerte persiste, suivez la section 17.3. 5–10 MIN
7	**Matériau** Épaisseur ou revêtement différents de l'attendu.	Mesurez en sécurité ; contrôlez type, revêtement, film et rouille. Choisissez un procédé approuvé pour le matériau mesuré. Les paramètres de l'épaisseur supérieure ne sont pas une solution automatique. 2–5 MIN
8	**Puissance** Mauvais réglage ou baisse de sortie possible.	Comparez pourcentage et éventuels champs impulsion/fréquence au relevé. Si ce travail passait auparavant et les contrôles extérieurs sont conformes, faites mesurer par le service selon la section 14.7. SERVICE · DURÉE VARIABLE
9	**Alarmes et refroidisseur** La source peut s'être mise en protection.	Notez code/texte complet. Comparez température, débit et niveau aux instructions du modèle ; pas de plage thermique unique pour toutes les sources. Arrêtez en présence de condensation sur tête ou flexible. 2–5 MIN / SERVICE

Attention

Avant de toucher la tête, isolez faisceau et mouvements en sécurité. Ne poursuivez pas les essais avec vitre brûlée, alarme répétée ou condensation.

Pourquoi ? L'ordre de la page d'exemple 12.1 va de vitre et buse vers puissance/refroidissement. Il aide à distinguer problème de procédé et panne nécessitant le service.

Contrôle final : Après contrôle, faites un essai à une variable. Si la coupe ne traverse toujours pas, préparez les informations de l' annexe E et contactez le service DOKTEK.

17.2 Ne perce pas

Objectif : Identifiez la cause d'une non-traversée au perçage.

Éléments nécessaires : Matériau/épaisseur, perçage approuvé, manuel de tête et tôle propre.

1	**Distinguez le symptôme** Trou initial et coupe continue sont deux phases différentes.	Examinez dessus/dessous en sécurité. Y a-t-il seulement un creux, un trou mais une mauvaise transition au contour, ou une alarme source ? Consignez phase et écran. 2–5 MIN
2	**Matériau et procédé** Mauvaise épaisseur ou recette de perçage possible.	Contrôlez épaisseur réelle, matériau, revêtement/film et calque actif. Sélectionnez le perçage approuvé. Ne remplacez pas ses paramètres par ceux de coupe. POINT DE CONTRÔLE FRÉQUENT 2–5 MIN
3	**Vitre et buse** Les projections de perçage peuvent affecter optiques et orifice.	Isolez faisceau et mouvements ; examinez vitre, buse et céramique selon le chapitre 16. Évaluez la cause avant de monter une vitre neuve. 5–15 MIN
4	**Gaz et hauteur** Gaz ou distance inadaptés peuvent empêcher le trou.	Comparez gaz, pression en débit et hauteur au procédé approuvé. Validez l'étalonnage. Ne rapprochez pas arbitrairement la buse pour forcer le trou. 5–10 MIN
5	**Paliers de perçage** Durée, puissance, focalisation ou transitions peuvent différer.	Comparez les paliers disponibles au relevé approuvé du modèle uniquement. Une seule modification par essai ; suivez le chapitre 12. N'augmentez pas durée/puissance sans contrôle. 5–15 MIN
6	**Essai et service** Les échecs répétés peuvent endommager les optiques.	N'essayez pas sans cesse sur le trou abîmé ; choisissez un nouveau point adapté. Si le procédé conforme ne perce pas, consignez alarmes source/refroidisseur et transmettez au service. SERVICE · DURÉE VARIABLE

Attention

Arrêtez en cas de projections violentes, d'éclat inhabituel ou d'alarme. Ne tentez pas d'extraire la pièce avant la fin de coupe.

Pourquoi ? Le perçage peut utiliser énergie, gaz et hauteur spécifiques. La vitesse de coupe seule ne résout pas le trou initial.

Contrôle final : Validez la traversée par la surveillance fabricant ; testez ensuite la transition sur un contour court et consignez.

17.3 Collision de tête / alerte capteur de hauteur

Objectif : Distinguez en sécurité cause de collision et instabilité capacitive.

Éléments nécessaires : Manuel tête/régulateur, tôle propre plane, buse/céramique adaptées et historique.

1	**Arrêtez la collision** Les mouvements suivants peuvent aggraver les dégâts.	En cas de danger, arrêtez d'urgence. Ne déplacez pas la tête aveuglément en haut/bas. Consignez position et alarme avant l'isolement sûr ; demandez le service si un dommage est suspecté. IMMÉDIAT · 1–2 MIN

2	**Tôle et trajet** Pièce relevée, tôle courbe ou obstacle possible.	Contrôlez pièces, brides, scories et supports. Retirez l'obstacle avec tête sûre et mouvements désactivés. Nettoyez eau/huile et séchez ; traitez le film selon le procédé approuvé. 5–10 MIN
3	**Buse et céramique** Buse desserrée ou céramique fissurée peuvent perturber la mesure.	Examinez montage, bague et raccord accessible autorisé. Remplacez selon les sections 16.2 et 16.3 ; aucune réparation improvisée. POINT DE CONTRÔLE FRÉQUENT 5–15 MIN
4	**Terre et contact** Un mauvais contact de tôle peut déstabiliser la mesure.	Recherchez salissures ou revêtements au contact table/tôle. Confiez le contrôle électrique de terre et capteur au personnel habilité. Ne débranchez pas la terre de sécurité pour essayer. 5–10 MIN / PERSONNE HABILITÉE
5	**Étalonnage** Outil changé ou étalonnage invalide possible.	Après résolution des dommages et de la surface, étalonnez sur tôle adaptée. N'acceptez pas un échec pour découper ; ne remplacez pas le contrôle quotidien par des réglages de mise en service servo. 5–10 MIN
6	**Essai de mouvement protégé** Une alarme acquittée ne prouve pas la résolution.	Zone vide et sécurités actives, effectuez le test hauteur/cadre sans faisceau du fabricant. Si le suivi reste instable, appelez le service pour câble, régulateur ou mécanique. SERVICE · DURÉE VARIABLE

! Attention

Après collision, ne reprenez pas avec un seul étalonnage ; évaluez les dommages à la tête, buse, céramique et optiques.

Pourquoi ? La mesure dépend de l'outil, de la surface et du contact électrique. Un obstacle mécanique peut provoquer une collision même avec un bon étalonnage.

Contrôle final : Après validation du suivi stable et du cadre, découpez un petit essai ; arrêtez si alarme ou collision réapparaît.

17.4 Vitre rapidement sale / brûlée

Objectif : Identifiez projections, gaz et montage pour préserver aussi la vitre neuve.

Éléments nécessaires : Modèle et position de vitre, photo du défaut, entretien gaz et procédé approuvé.

1	**Retirez la vitre endommagée** Travailler avec une brûlure peut aggraver les dégâts.	Arrêtez. Examinez dans des conditions sûres et propres selon la section 16.4. Remplacez si brûlure, fissure ou revêtement abîmé. Consignez la vitre concernée. 5–15 MIN
2	**Hauteur et buse** Distance incorrecte ou mauvais écoulement peuvent augmenter les projections.	Comparez hauteurs de perçage/coupe au relevé. Validez buse, centrage et étalonnage. Augmenter la pression n'est pas une solution générale. 5–10 MIN
3	**Gaz sale / huileux** Le circuit peut resalir la vitre propre.	Recherchez eau/huile dans l'air, filtres sales et alarme sécheur. Validez la propreté requise dans les documents. Avec huile, ne découpez pas avec la vitre neuve avant résolution du circuit. POINT DE CONTRÔLE FRÉQUENT 5–15 MIN
4	**Projections de perçage** Le problème peut survenir surtout aux départs.	Consignez si l'encrassement commence après perçage. Comparez paliers, focalisation/hauteur et transitions gaz au procédé ; suivez la section 17.2. 5–15 MIN
5	**Matériau et revêtement** Contrôles parfois accrus sur acier galvanisé et aluminium.	Consignez matériau, revêtement et film. Contrôlez davantage la vitre ensuite. Validez aspiration suffisante et bon procédé. 2–5 MIN

6	**Sens, joint et optiques internes** Salissures entrées à l'ouverture ou joint mal monté possibles.	Vérifiez sens et joint dans le manuel. Ne confondez pas vitres haute/intermédiaire/basse de BM111. Confiez les soupçons internes au service ; n'ouvrez pas au hasard. SERVICE · DURÉE VARIABLE

Attention

Ne prenez pas à mains nues une vitre chaude ou endommagée. Ne découpez jamais sans vitre après l'avoir retirée.

Pourquoi ? Une vitre neuve vite dégradée peut signaler contamination ou procédé plutôt qu'une durée normale ; suivez la cause par relevé.

Contrôle final : Après un court essai avec vitre neuve/propre, réexaminez en sécurité. Si l'encrassement persiste, demandez le service avec photo et dossier.

17.5 Pièce qui se soulève / bascule

Objectif : Réduisez la perte d'appui et les obstacles aux mouvements suivants.

Éléments nécessaires : Imbrication/parcours, état des supports, micro-attaches et manuel des mouvements.

1	**Sécurisez la zone** Une pièce relevée peut heurter la tête au passage suivant.	Arrêtez ; avant récupération, isolez faisceau et mouvements. Ne tirez pas une pièce sous la tête en marche. Après collision, contrôlez selon la section 17.3. IMMÉDIAT · 1–2 MIN
2	**Supports de table** Une petite pièce peut être instable entre les lames.	Contrôlez lames, scories et position de la tôle. Examinez dans l'imbrication son maintien après dernière coupe ; corrigez le support. 5–10 MIN
3	**Micro-attaches** Une pièce entièrement libérée peut basculer.	Planifiez positions et nombre selon pièce/procédé approuvé. Vérifiez en simulation leur présence réelle dans le parcours. Consignez séparation ultérieure et traces admises. 5–10 MIN
4	**Ordre de coupe** Une pièce libérée tôt peut rester sur le trajet.	Examinez ordre intérieur/extérieur et entre pièces. Évaluez dernier point de séparation avec appuis et passages suivants. Traitez aussi la chaleur selon le chapitre 6. 5–15 MIN
5	**Déplacements à vide et saut de tête** Un passage bas peut heurter une pièce relevée.	Validez saut de tête ou transition sûre dans le manuel. Hauteur et comportement varient selon version. Cette fonction ne remplace pas supports et micro-attaches. 5–10 MIN

Attention

Ne poursuivez pas au-dessus d'une pièce relevée. N'entrez pas de hauteur estimée ou de paramètre de service pour sécuriser les mouvements.

Pourquoi ? Appuis, ordre de séparation et trajets à vide se planifient ensemble.

Contrôle final : Revoyez la simulation ; dans un essai sûr, contrôlez séparation et retenue.

17.6 Erreur de cote / décalage de forme

Objectif : Distinguez fichier, compensation et mouvements mécaniques.

Éléments nécessaires : Cotes du dessin, instrument adapté, pièce froide, dossier travail/FAO et historique d'entretien.

1	**Validez la mesure** Température, bavures ou mauvaise référence peuvent la fausser.	Attendez un refroidissement sûr. Évaluez bavures et référence ; mesurez dans plusieurs directions. Consignez écart constant partout ou décalage d'un axe. 5–10 MIN

2	**Unités et géométrie** Échelle ou dessin possibles.	Comparez cotes, unité d'importation et prévisualisation. Validez révision et échelle ; ne compensez pas un mauvais fichier par les paramètres. 2–5 MIN
3	**Compensation de saignée** Mauvais côté ou double compensation modifient les cotes.	Contrôlez sens intérieur/extérieur. Vérifiez l'absence de double application FAO/commande. Validez la compensation du procédé réel sur éprouvette. 5–15 MIN
4	**Référence et tôle** Perte de position ou glissement possible.	Validez référence et zéro de travail selon la procédure. Contrôlez immobilité, supports et fixation de tôle. Ne reportez pas aveuglément la reprise sur une nouvelle référence. 5–10 MIN
5	**Courroies et crémaillères** Jeu, salissures et usure peuvent perturber les mouvements.	Après isolement sûr, examinez les signes extérieurs. Confiez tension, jeu et réglage à l'entretien formé/service ; consignez selon la section 16.8. SERVICE · DURÉE VARIABLE
6	**Servos et répétabilité** Défaut d'axe ou de variateur possible.	Consignez direction, position et répétition du défaut. Transmettez les alarmes. L'opérateur ne modifie ni gains, rapport électronique, échelle d'axe ou compensation d'erreur. SERVICE · DURÉE VARIABLE

Attention

Ne masquez pas un défaut mécanique/servo en redimensionnant le dessin. Ne produisez pas en série avec des cotes non conformes.

Pourquoi ? Écart constant et décalage selon position demandent des contrôles différents.

Contrôle final : Après réglage adapté, essayez cotes intérieures/extérieures sur les deux axes ; validez les tolérances du plan.

17.7 Alarmes de la source laser

Objectif : Classez l'alarme avec son relevé complet et orientez le service en sécurité.

Éléments nécessaires : Marque/modèle/série source, code/texte complet, heure/travail et documentation.

1	**Prenez le relevé complet** Un message court peut être insuffisant.	Arrêtez. Consignez code/texte intégral des interfaces machine/source, heure et phase. N'inventez pas le sens d'un code inconnu ; consultez le modèle. 2–5 MIN
2	**Catégorie température** Refroidissement ou ambiance possibles.	Contrôlez alarmes, niveau, débit et flexibles extérieurs. Consignez température/humidité et condensation. Prenez les limites fabricant ; n'ouvrez pas la source. 5–10 MIN
3	**Catégorie retour de faisceau** Peut notamment concerner cuivre, laiton et aluminium.	Ne relancez pas sans cesse. Transmettez matériau, phase de perçage, tête/buse et procédé. Sans compatibilité source/tête validée, ne continuez pas en changeant seulement puissance ou focalisation. SERVICE · DURÉE VARIABLE
4	**Catégorie puissance** Procédé ou sortie source à évaluer.	Conservez consigne et dossier. Contrôlez les optiques extérieures en sécurité ; confiez la mesure au service selon la section 14.7. La cause exacte dépend du code et du modèle. SERVICE · DURÉE VARIABLE
5	**Catégorie communication** Échange commande/source possiblement interrompu.	Consignez appareil non prêt et dernier changement. Signalez les câbles extérieurement abîmés. N'ouvrez pas l'armoire et ne changez pas communication ou bus. Coupez/rétablissez l'alimentation uniquement si autorisé. SERVICE · DURÉE VARIABLE

6	**Décision de reprise** L'acquittement ne prouve pas la résolution.	Après identification et résolution, appliquez acquittement et contrôle prêt autorisés. Ne découpez pas avec alarme répétée ou inconnue ; préparez le relevé de l' annexe E pour le service. 5–10 MIN / SERVICE

> **Attention**
> Ne shuntez pas alarmes ou protections. Ne multipliez pas acquittements et cycles d'alimentation pour simplement effacer l'écran.

Pourquoi ? Une même catégorie générale peut avoir d'autres causes et solutions selon le modèle.

Contrôle final : Source et auxiliaires prêts, faites un essai contrôlé selon fabricant/service ; arrêtez à la récidive.

17.8 Alarmes du refroidisseur

Objectif : Évaluez débit, température et niveau sans endommager la source.

Éléments nécessaires : Manuel du modèle, exigences source/tête, alarmes et qualité d'eau.

1	**Arrêtez la coupe** Le laser ne doit pas fonctionner sans refroidissement validé.	Consignez code/texte complet, circuit et valeurs. Validez la catégorie débit/température/niveau dans le manuel. IMMÉDIAT · 1–2 MIN
2	**Débit** Niveau bas, flexible écrasé ou filtre possibles.	Examinez indicateur extérieur, trajet des flexibles et signes de fuite. Évaluez pompe/filtre selon l'entretien. Ne shuntez pas le contacteur de débit et ne démontez pas de flexible pressurisé. 5–10 MIN
3	**Température** Consigne, ventilation ou ambiance possibles.	Comparez au fabricant ; contrôlez entrée d'air, filtres et ambiance. Distinguez source et tête. Arrêtez si condensation ; pas de température fixe générale. 5–10 MIN
4	**Niveau** Perte de fluide ou fuite possible.	Lisez dans l'état marche/arrêt prévu. Pour appoint autorisé et fuites, utilisez la section 16.6. Ne banalisez pas une baisse répétée par des remplissages. 5–15 MIN
5	**Retour contrôlé** La disparition de l'alarme ne suffit pas.	Après entretien, validez purge d'air, niveau, débit et étanchéité selon le fabricant. Si récidive, confiez pompe, capteur et circuit au service. SERVICE · DURÉE VARIABLE

> **Attention**
> Ne découpez pas avec protections du refroidisseur désactivées. N'ajoutez pas de fluide inadapté ou d'additif arbitraire.

Pourquoi ? Même avec débit et température apparemment suffisants, fluide incorrect et condensation restent possibles.

Contrôle final : Refroidissement stable, alarme résolue et source prête, reprenez les essais dans l'ordre fabricant ; consignez tout.

17.9 Alarmes de pression gaz

Objectif : Distinguez alimentation, détendeur, circuit et procédé.

Éléments nécessaires : Gaz/schéma, manomètres, limites fabricant, procédé approuvé et méthode d'étanchéité adaptée.

1	**Validez gaz et alarme** Mauvais gaz/calque possible.	Arrêtez ; consignez l'alarme complète. Comparez gaz sélectionné, bouteille/réservoir, étiquette et calque. Vérifiez le sens des seuils dans le manuel. 2–5 MIN

2	**Alimentation et détendeur** Réserve épuisée, vanne fermée ou détendeur inadapté possibles.	Contrôlez niveau et indicateurs autorisés. Seule une personne formée manœuvre les vannes dans le bon ordre. Contrôlez le détendeur dans sa plage ; demandez le service si gel ou dégâts. 5–10 MIN
3	**Pression en débit** Normale à l'arrêt, faible en consommation possible.	Avec le cycle de contrôle gaz sûr, sans faisceau et sécurités actives, lisez l'indicateur autorisé. Si chute en débit, l'entretien évalue capacité, filtre et restrictions. 5–10 MIN
4	**Filtres, flexibles et fuites** Colmatage, écrasement ou fuite possibles.	Examinez l'extérieur. Avant intervention, isolez et dépressurisez. Cherchez les fuites avec un produit adapté, sans flamme. Suivez la section 16.7. 5–15 MIN
5	**Capteur et vanne** L'alarme peut persister avec pression apparemment correcte.	Consignez écarts entre indicateurs, heure et gaz actif. Réservez étalonnage, pressostat, vanne et câbles à l'entretien autorisé/service ; ne baissez pas le seuil pour fonctionner. SERVICE · DURÉE VARIABLE

! Attention

En cas de fuite, fermez seulement si possible sans danger et appliquez le plan d'urgence. Ne lubrifiez pas l'oxygène ; n'augmentez pas arbitrairement la haute pression comme solution.

Pourquoi ? Le comportement du circuit en écoulement peut différer de la pression à l'arrêt.

Contrôle final : Sans fuite, avec bon gaz et pression en débit conforme, découpez un essai contrôlé. Si récidive, transmettez le relevé au service.

90

Annexes

Gardez la fiche rapide près de la machine. Conservez les formulaires avec les dossiers de travail et d'entretien. Appliquez aussi les instructions d'utilisation et d'urgence du fabricant.

Annexe A — Fiche rapide au poste

Machine / numéro de série : _____ **Opérateur autorisé :** _____

Mise en marche et première coupe

Objectif : Préparez la machine pour le premier travail.
Éléments nécessaires : Formation, instructions de démarrage et fichier/paramètres approuvés.

1. Contrôlez zone et sécurités. Préparez gaz, refroidisseur et aspiration dans l'ordre fabricant.
2. Démarrez machine/commande. Validez auxiliaires prêts et alarmes résolues.
3. Zone vide, prenez l'origine. Étalonnez le capteur selon le fabricant.
4. Validez tôle et fichier. Contrôlez matériau, épaisseur, calque, gaz, buse et focalisation.
5. Simulez et contrôlez le cadre. Protections fermées, découpez un essai ; si cotes/qualité conviennent, produisez.

Contrôle quotidien

- Buse intacte/propre ; céramique sans fissure.
- Vitre contrôlée par méthode autorisée.
- Niveau/débit/température conformes ; aucune fuite/condensation.
- Bon gaz ; filtres/sécheur et pression conformes.
- Supports, zone de mouvement et aspiration conformes.
- Étalonnage, fichier et procédé validés.
- Résultat et non-conformités consignés à l'annexe B.

L'ordre varie selon le modèle ; pas de laser avant refroidisseur prêt. Mise en service/servos ne sont pas l'étalonnage quotidien.

8 pannes courantes : premiers gestes

Symptôme	Premier geste	Suite
Ne coupe pas	Arrêtez ; contrôlez vitre, buse et bon procédé.	17.1
Ne perce pas	Ne repercez pas sans cesse ; validez matériau/épaisseur et perçage.	17.2
Collision de tête	Arrêtez les mouvements ; examinez obstacle, buse, céramique et surface en sécurité.	17.3
Vitre rapidement sale	Ne travaillez pas avec une vitre abîmée ; recherchez eau/huile et projections.	17.4
Pièce relevée	Arrêtez ; examinez supports, micro-attaches et ordre.	17.5
Erreur de cote / forme	Mesurez à froid ; contrôlez unités, compensation et référence.	17.6
Alarme source / refroidisseur	Arrêtez ; consignez le code complet. Contrôlez débit, niveau et condensation.	17.7 / 17.8
Alarme pression gaz	Contrôlez gaz et alimentation ; ne changez pas le seuil.	17.9

Urgence

En cas de collision, mouvement incontrôlé ou danger imminent, arrêtez d'urgence. Évacuez la zone et prévenez le responsable. En cas d'incendie/fuite, appliquez le plan d'urgence ; isolez énergies/alimentation si sûr. Appelez le 112 pour blessure ou incendie. Ne neutralisez pas les protections ; ne redémarrez qu'après résolution et accord de la personne autorisée.

Attention : Avant de toucher la tête, isolez faisceau/mouvements ; avant le circuit, isolez la pression en sécurité. **Pourquoi ?** Contrôle de disponibilité et relevés réduisent les répétitions d'erreurs.

Responsable d'urgence de l'entreprise / poste : _____ **Contact service :** _____

Annexe B — Contrôle quotidien : semaine de 7 jours

Machine / numéro de série : _____ **Début de semaine :** ____ / ____ / ______ **Poste :** ______

Inscrivez dans chaque case **U** (conforme), **D** (arrêt/non conforme) ou **G** (sans objet pour ce modèle). Justifiez G. Ne marquez pas conforme un contrôle non effectué. Ne commencez pas l'opération concernée avant résolution ; consignez l'intervention ci-dessous.

Contrôle	Lun	Mar	Mer	Jeu	Ven	Sam	Dim
Date / jour	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Compteur d'heures	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Sécurités et arrêt d'urgence : contrôle fabricant	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Buse : propre, intacte, bon type	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Céramique : ni fissure ni desserrage	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Vitre : conforme, logement fermé	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Refroidisseur : niveau et débit conformes	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Refroidisseur : température conforme, sans condensation/fuite	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Gaz : type et pression en débit conformes	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Air : filtres/sécheur/purges conformes	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Table / lames / zone de mouvement propres	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Contrôle extérieur rails/crémaillères et lubrification	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Aspiration prête, aucune alerte filtre	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Étalonnage et centrage conformes	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Fichier / matériau / calque validés	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Cotes et coupe de première pièce conformes	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Nettoyage et arrêt de fin de journée effectués	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Nom / paraphe opérateur	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____

Relevé des non-conformités / interventions

Date	Observation et motif d'arrêt	Intervention / pièce	Personne autorisant la reprise / heure
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

Ouverture d'armoire, optiques internes et mesures électriques sont hors du contrôle quotidien opérateur. Transmettez au personnel autorisé. Joignez le formulaire rempli au dossier d'entretien.

Annexe C — Fiche de modification des paramètres

Machine / numéro de série : _____ **Travail / fichier / révision :** _____

Modèle source / puissance / cœur : _____ **Tête / buse :** _____

Procédé initial / version : _____ **Gaz :** _____

Un seul paramètre par ligne. Précisez matériau et épaisseur à chaque essai. Notez les unités avec anciennes/nouvelles valeurs : vitesse (m/min), pression (bar), focalisation/hauteur (mm) ; ailleurs, utilisez l'unité du logiciel. Arrêtez l'essai si alarme ou dommage.

Date / heure	Matériau	Épaisseur (mm)	Paramètre modifié	Ancienne valeur / unité	Nouvelle valeur / unité	Résultat	Opérateur
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____

Résultat et validation

Consignez traversée, perçage, bavures, faces haut/bas, dimensions et alarme éventuelle. Indiquez photo ou numéro d'échantillon. Ne vous contentez pas d'un mot comme « bon ».

Dimensions / critère d'acceptation	_____
Photo / numéro d'échantillon	_____
Décision	Poursuite des essais : ____ Accord pour production : ____ Retour à l'ancien réglage : ____
Approbateur / date	_____
Nouveau procédé / version	_____

! Séparez essais et production

N'écrasez pas la bibliothèque principale avec un résultat non approuvé. Les valeurs calculées DOKTEK sont marquées ★, les lignes « valeur d'essai, non destinée à la production en série » ◆. Ces signes ne dispensent pas d'essai et de validation.

Annexe D — Glossaire français–anglais

Les équivalents anglais aident à lire écrans et documents fabricant. Un terme présent ici ne signifie pas que tous les logiciels proposent cette fonction ; noms et périmètre varient selon version/modèle.

Français	Anglais	Brève définition
Source laser	Laser source	Unité produisant le faisceau.
Laser fibre	Fiber laser	Type de source à fibre.
Tête de découpe	Cutting head	Ensemble focalisant le faisceau dans la zone d'usinage.
Fibre de transmission	Delivery fiber	Transmet le faisceau de la source à la tête.
Diamètre du cœur de fibre	Fiber core diameter	Diamètre du cœur guidant la lumière.
Puissance nominale	Rated power	Classe de puissance indiquée sur la plaque.
Pourcentage de puissance	Power percentage	Consigne relative de puissance du procédé.
Qualité du faisceau	Beam quality	Propriété liée au comportement de focalisation.
Produit des paramètres du faisceau	Beam parameter product (BPP)	Décrit propagation et focalisation.
Onde continue	Continuous wave (CW)	Mode d'émission continue.
Fonctionnement pulsé	Pulsed operation	Énergie fournie par impulsions.
Fréquence	Frequency	Nombre de répétitions par unité de temps.
Durée d'impulsion	Pulse duration	Longueur temporelle d'une impulsion.
Rapport cyclique	Duty cycle	Rapport entre durée active et période.
Retour de faisceau	Back reflection	Lumière revenant du procédé vers la source.
Raccord QBH	QBH connector	Type de raccord optique en sortie de fibre.
Collimation	Collimation	Mise en forme de la propagation.
Lentille de collimation	Collimating lens	Lentille mettant en forme le faisceau dans la tête.
Focalisation	Focus	État du foyer ou réglage du procédé.
Lentille de focalisation	Focusing lens	Lentille concentrant le faisceau.
Point focal	Focal point	Zone où se concentre le faisceau.
Essai de focalisation	Focus test	Validation du foyer adapté par essai.
Vitre de protection	Protective window	Élément optique protégeant l'intérieur.
Revêtement	Coating	Couche en surface du matériau ou de l'optique.
Buse	Nozzle	Pièce dirigeant le gaz vers la coupe.
Buse simple couche (S)	Single-layer nozzle	Type de buse à une couche.
Buse double couche (D)	Double-layer nozzle	Type de buse à deux couches.
Bague céramique	Ceramic ring	Pièce céramique du groupe buse.
Centrage de buse	Nozzle centering	Validation de l'alignement buse/faisceau.
Hauteur de buse	Nozzle standoff	Distance entre buse et tôle.
Capteur capacitif	Capacitive sensor	Mesure la distance par capacité.
Étalonnage capacitif	Capacitive calibration	Prépare la mesure de hauteur.
Suivi en hauteur	Height following	Maintien de la distance tête–tôle.
Prise de référence / retour à l'origine	Homing	Retour des axes à la référence machine.
Coordonnées machine	Machine coordinate	Position liée au repère machine.
Zéro pièce	Workpiece zero	Référence initiale définie pour le travail.
Détection de bord	Edge finding	Détermination de la position du bord de tôle.
Cadre	Frame	Mouvement contrôlant les limites du travail.
Marche à blanc	Dry run	Essai de parcours sans faisceau.
Simulation	Simulation	Prévisualisation du parcours.
Vitesse de coupe	Cutting speed	Vitesse du mouvement de coupe ; m/min.
Perçage	Pierce / piercing	Création du trou initial.
Saignée	Kerf	Largeur ouverte par le faisceau.
Compensation de saignée	Kerf compensation	Correction du trajet selon la largeur de coupe.
Amorce d'entrée	Lead-in	Parcours d'entrée sur le contour.
Sortie	Lead-out	Parcours en fin de contour.
Micro-attache	Micro joint	Petite zone non coupée retenant la pièce.
Bord commun	Common line	Découpe des pièces sur une ligne partagée.
Coupe à la volée	Flycut	Technique rapide spéciale prise en charge.
Saut de tête	Leapfrog	Méthode de levée entre contours.

Français	Anglais	Brève définition
Imbrication	Nesting	Placement des pièces sur la tôle.
Parcours d'outil	Toolpath	Trajet d'usinage suivi par la tête.
Ordre de coupe	Cut sequence	Ordre d'usinage des contours et pièces.
Contour intérieur	Inner contour	Limite d'un trou/ouverture de la pièce.
Contour extérieur	Outer contour	Limite extérieure de la pièce.
Contour ouvert	Open contour	Géométrie aux extrémités non jointes.
Trait double	Duplicate line	Trait répété et superposé.
Calque	Layer	Groupe géométrique à procédé commun.
Paramètre de procédé	Process parameter	Réglage de coupe/perçage.
Bibliothèque de matériaux	Material library	Réglages associés aux matériaux.
Pause	Pause	Suspension temporaire du travail.
Arrêt	Stop	Fin du cycle.
Reprise	Resume	Continuation contrôlée après interruption.
Rapport de travail	Job report	Relevé de production du travail.
Fabrication assistée par ordinateur	Computer-aided manufacturing (CAM)	Méthode de préparation de fabrication.
Postprocesseur	Postprocessor	Convertit le parcours en sortie pour la cible.
CNC	Computer numerical control	Commande numérique par ordinateur.
Interface homme–machine	Human–machine interface (HMI)	Écran d'interaction opérateur/machine.
Clé matérielle	Dongle	Clé physique de licence.
Bus de données	Bus	Infrastructure de communication entre commandes.
Refroidisseur	Chiller	Unité refroidissant source/tête.
Débit	Flow	Écoulement du fluide ou du gaz.
Niveau d'eau	Water level	Indication de la quantité dans le réservoir.
Eau déionisée	Deionized water	Eau à teneur réduite en ions.
Condensation	Condensation	Liquéfaction de l'humidité sur surface froide.
Point de rosée	Dew point	Température de début possible de condensation.
Sécheur	Dryer	Unité réduisant l'humidité du circuit.
Détendeur	Regulator	Élément régulant la pression du gaz.
Pression gaz	Gas pressure	Pression du circuit ; bar.
Filtre	Filter	Retient les substances indésirables du flux.
Aspiration des fumées	Fume extraction	Système évacuant les fumées de coupe.
Lame de support	Support slat	Élément de table portant tôle et pièces.
Palette	Pallet	Ensemble de table transportant/échangeant la tôle.
Crémaillère	Rack	Élément denté de transmission linéaire.
Rail	Linear guide rail	Élément de guidage des axes.
Tension de courroie	Belt tension	Tension réglée selon le fabricant.
Servo	Servo drive / servo system	Système commandé d'entraînement des axes.
Bavures	Dross / burr	Dépôts indésirables sur le chant.
Scories	Slag	Résidus solidifiés du procédé.
Acier doux	Carbon steel sheet	Nom des tôles en acier au carbone dans ce guide.
Inox	Stainless steel	Famille des aciers inoxydables.
Acier galvanisé	Galvanized steel	Tôle d'acier revêtue de zinc.
Aluminium	Aluminum	Métal présentant un risque de retour de faisceau.
Laiton	Brass	Famille d'alliages à base de cuivre.
Cuivre	Copper	Métal présentant un risque de retour de faisceau.
Oxygène	Oxygen (O_2)	Gaz d'assistance dont la compatibilité doit être validée.
Azote	Nitrogen (N_2)	Gaz d'assistance dont la compatibilité doit être validée.
Air comprimé	Compressed air	Air devant être sec et déshuilé.
Verrouillage de sécurité	Safety interlock	Protection conditionnant une opération dangereuse.
Arrêt d'urgence	Emergency stop	Fonction d'arrêt en danger imminent.
Numéro de série	Serial number	Identifiant de l'appareil.

Français	Anglais	Brève définition
Historique des alarmes	Alarm history	Relevé des avertissements précédents.
Heures de fonctionnement	Operating hours	Compteur d’utilisation défini par l’interface.
Puissance-mètre laser	Laser power meter	Appareil adapté à la mesure optique.

Annexe E — Informations pour le service

Capturez l'écran avant acquittement. Remplissez les champs pour le signalement. N'ouvrez pas les protections et ne faites pas fonctionner dangereusement pour photographier. Ce formulaire sert de dossier de communication au service.

Information	Relevé
Contact	Entreprise / interlocuteur / téléphone : _____
Machine	Marque / modèle / numéro de série : _____
Source laser	Marque / modèle / série / puissance / cœur : _____
Tête de découpe	Marque / modèle / type de buse / dernier remplacement de vitre : _____
Commande et logiciel	CNC/carte / logiciel et version / régulateur de hauteur : _____
Refroidisseur	Modèle / température / débit / niveau / humidité et température ambiantes : _____
Travail et matériau	Fichier / révision / matériau / épaisseur / revêtement : _____
Procédé	Gaz / pression en débit / vitesse / focalisation / perçage-coupe : _____
Alarme	Code et texte complets / appareil / date-heure / heures : _____
Symptôme	Début / phase / sur tous les travaux ? / fréquence : _____
Dernier changement	Pièce / eau / filtre / logiciel / procédé et date : _____
Contrôles effectués	Étapes / observations / anciens-nouveaux réglages / résultat : _____
État machine	Arrêtée ? / énergies isolées ? / dégâts-fuite-condensation : _____

Images et relevés à joindre

- Alarme complète et paramètres ; gardez hors cadre les données personnelles ou propres au travail inutiles.
- Dessus et dessous de l'échantillon ; si possible, cotes et sens de coupe repérés.
- Photos en état sûr de buse, céramique, vitre et étiquettes concernées.
- Fichier/révision, relevés des annexes B–C et précédents rapports de puissance/service éventuels.

> **Modèle inconnu**
> Ne devinez pas une information inaccessible ; inscrivez « inconnu ». N'ouvrez pas l'armoire ou la source pour une étiquette. Effectuez les essais supplémentaires demandés uniquement avec formation adaptée et méthode fabricant.

Annexe F — Bibliographie

Normes et réglementation pertinentes

- ISO 9013:2017 (+Amd 1:2024) — Définit les plages u/Rz5 des faces coupées et les classes de tolérance dimensionnelle.
- IEC 60825-1 — Définit la classification des produits laser et les exigences de sécurité du produit.
- IEC 60825-4:2022 — Traite des protecteurs laser entourant la zone de traitement.
- ISO 11553-1:2020 — Traite de la sécurité du rayonnement laser des machines de traitement laser ; la série remplace EN 12626.
- EN 207:2017 — Définit les marquages de longueur d'onde, de mode et de protection LB des lunettes laser.

- EN 12254 — Couvre les écrans et rideaux pour postes laser de faible puissance ; pas la protection principale d'une machine kW.
- ISO 14175 — Classe les gaz auxiliaires et mélanges, y compris ceux de découpe laser.
- ISO 8573-1 — Définit les classes de qualité d'air comprimé pour particules, eau et huile.
- ISO 11146-1 — Définit les méthodes de mesure de largeur du faisceau, divergence et facteur de propagation.
- (UE) 2023/1230 — Fixe le cadre européen de conformité des machines et des instructions applicable dès le 20 janvier 2027.
- Règlement turc sur la sécurité des machines — Régit la conformité des machines et les instructions en Türkiye ; Journal officiel du 16 octobre 2026 / 33402.
- ISO 230-2:2014 (+Amd 1:2016) — Évalue par mesure directe la précision et la répétabilité du positionnement des axes à commande numérique.
- EN 1093 — Évalue les émissions de substances dangereuses dans l'air provenant des machines ; lien vers le renvoi d'ISO 11553-1:2020 §4.1.
- ISO 14123 — Traite les risques liés aux substances dangereuses émises par les machines (parties 1–2) ; lien vers le renvoi d'ISO 11553-1:2020 §4.1.
- ISO 21904-2:2020 — Définit les essais et le marquage de l'efficacité de séparation des équipements de fumées de soudage et procédés connexes ; pas un essai de cartouche seule.

ISO 9013:2017/Amd 1:2024 · ISO 9013:2017 (u, Rz5) · Linde · Messer · Raytools BM115 · BEKO · EN 12626 · EN 207 / CE · ABB · Pilz

1. **Maxphotonics MFSC/MFMC — données de coupe**
   https://www.forum.linuxcnc.org/media/kunena/attachments/22451/null.pdf
   Texte local du PDF fabricant : kaynak_veri/max_mfsc_500-6000W.txt. Données principales 1/1,5/2/3/4 kW. Notes 500W copiées comparées aux en-têtes.; Texte hors ligne : kaynak_veri/max_mfsc_500-6000W.txt ; URL fournie dans brief_A.md, non ouverte en ligne. Chapitres 07, 08 et 11 : recettes, focalisation, buse, optique, puissance réduite en O_2 épais. Lignes complètes au chapitre 9. Aucune recette de perçage/coupe du cuivre.
2. **KRRASS 3000W — paramètres de coupe**
   https://www.krrass.com/3000w-fiber-laser-cutting-machine-cutting-parameters/
   HTML local. Uniquement les lignes acier doux N_2 1–2 mm absentes du tableau Max 3 kW.
3. **KRRASS 6000W — paramètres de coupe**
   https://www.krrass.com/6000w-fiber-laser-cutting-machine-parameters/
   HTML local. Tableau 50 µm à module unique choisi parmi trois ; voisin inférieur pour 8/10 kW.
4. **KRRASS 12 kW — paramètres de coupe**
   https://www.krrass.com/12kw-fiber-laser-cutting-machine-cutting-parameters/
   Fichier local krrass_12kW_50um.html ; 50 µm, 100/125. Cellule vitesse laiton 6 mm endommagée omise et signalée dans veri_raporu.md.
5. **KRRASS 15000W — paramètres de coupe**
   https://www.krrass.com/1500w-fiber-laser-cutting-machine-cutting-parameters/
   URL libellée 1500W ; contenu 15000 W, cœur 100 µm multimodule. Recettes alternatives de même clé conservées.
6. **bestsheetmetalmachine 4000W — paramètres de coupe**
   https://www.bestsheetmetalmachine.com/4000w-laser-cutting-parameters/
   HTML local complétant Max 4 kW. Vérifiez séparément les conditions tête/optique de ces recettes.
7. **bestsheetmetalmachine 30000W — paramètres de coupe**
   https://www.bestsheetmetalmachine.com/30000w-laser-cutting-parameters/
   HTML local. Acier doux/inox 30 kW ; lignes aluminium/laiton/cuivre à 20000 W affectées à 20 kW. Signes d'essai conservés en ◆.
8. **Linde — Conseils de découpe laser**
   https://static.prd.echannel.linde.com/wcsstore/REN_Industrial_Gas_Store/Laser-cutting-advice-EN.pdf
   Texte local : diagnostic par vitesse, gaz, buse, distance, matériau et optique. Notes miroirs/hélium propres au CO_2 non reprises comme consignes fibre.; Texte hors ligne : kaynak_veri/linde_laser_cutting_advice.txt ; URL de brief_A.md non vérifiée en ligne. Pureté, débit/pression, centrage, surface, bavures et brûlure. 100 ppm et 0,1 % désignent O_2 dans N_2. Conseils CO_2 sur miroirs, hélium et polarisation non transposés à la maintenance fibre.

9. **Manuel utilisateur FSCUT1000S**
   https://purelogic.ru/docs/termicheskaya_rezka/controller-FSCUT1000S_user_manual_en.pdf
   Référence fournie par l'utilisateur, sans copie locale complète : citations de pages/menus non vérifiées. Suivez le manuel de la version réelle de commande/BCS100 pour référencement, dessin et étalonnage.

10. **DOKTEK — exemple turc v2, 9.2 diagnostic des bavures**
    ornek_tr.html
    Document local. Contenu 9.2 transféré à 13.2, étendu aux stries, à la conicité et aux cotes. Essais à un seul paramètre conservés ; tableaux de vitesse non copiés.; Séquence et structure steps/pill adaptées à 17.1 ; renvoi de test de focalisation au chapitre 11. Variations numériques, pureté et températures de l'exemple omises ; centrage selon la méthode protégée du fabricant.

11. **DOKTEK — exemple turc v1, galvanisé et focalisation**
    ornek_tr_v1.html
    Document local. Fumées de zinc, pollution du verre de protection et interdiction d'O_2 adaptées à 10.3 ; schéma +/0/– à 11.1. Tableaux numériques vitesse/gaz non repris.

12. **DOKTEK — brief B et règles de rédaction communes**
    brief_B.md
    Périmètre local avec KILAVUZ_YAZIM_KURALLARI.md : imbrication/logiciels, techniques, pureté/air, 50/100 µm, hauteur et fréquence/rapport cyclique du perçage. Pas de recettes machine approuvées. Vérifiez version/licence et postprocesseur.

13. **Travail C — informations vérifiées et périmètre**
    brief_C.md
    Synthèse locale fournie par l'utilisateur pour 14–17 et annexes. Aucun réseau ni document fabricant ouvert en ligne. Aucun chemin de menu, code d'alarme ou capacité déduit.

14. **Maxphotonics MFSC-500–6000 W — données locales de coupe**
    kaynak_veri/max_mfsc_500-6000W.txt
    Notes locales sur cœur de fibre et optique examinées. Données indicatives pour des équipements/environnements différents. Aucun paramètre numérique repris ici ; utilisez le chapitre 9.

15. **DOKTEK règles de rédaction et techniques communes — TR, Version 1.0**
    KILAVUZ_YAZIM_KURALLARI.md
    Référence locale pour termes turcs, procédures, fragments HTML, chapitres et emplacements photo/écran. Durées de maintenance estimatives pour la planification, sans remplacer les consignes du modèle.