

Steel beyond limits



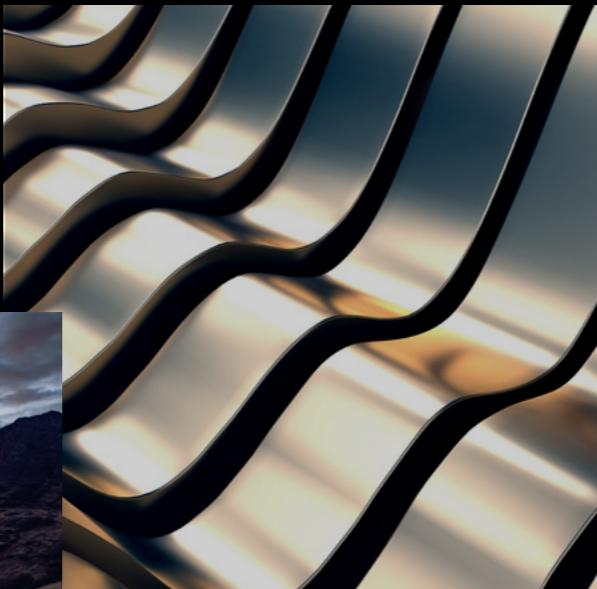
ETG® 25





L'acier
polyvalent
à haute
résistance

Steel beyond limits



Cet acier n'est pas seulement de l'acier – c'est un état d'esprit.

Construire pour mieux créer.
Croyez aux possibilités
de l'ingénierie. Formez-le.
Pliez-le. Usinez-le. Soudez-le.

ETG® 25 n'est pas seulement un produit haut de gamme – c'est un état d'esprit. Un symbole de force, de créativité et de potentiel. Depuis plus de 30 ans, nos aciers à haute résistance définissent notre force comme entreprise innovante, visionnaire, qui repousse les limites et cherche à se surpasser.

Pourquoi choisir ETG® 25 ?

ETG® 25 repousse les limites de l'impossible. En faisant appel à des processus multiples pour produire des composants complexes.

Haute résistance

Caractéristiques mécaniques analogues à la classe de résistance 8.8 EN ISO 898-1 – à la livraison. Aucun traitement thermique supplémentaire n'est nécessaire.

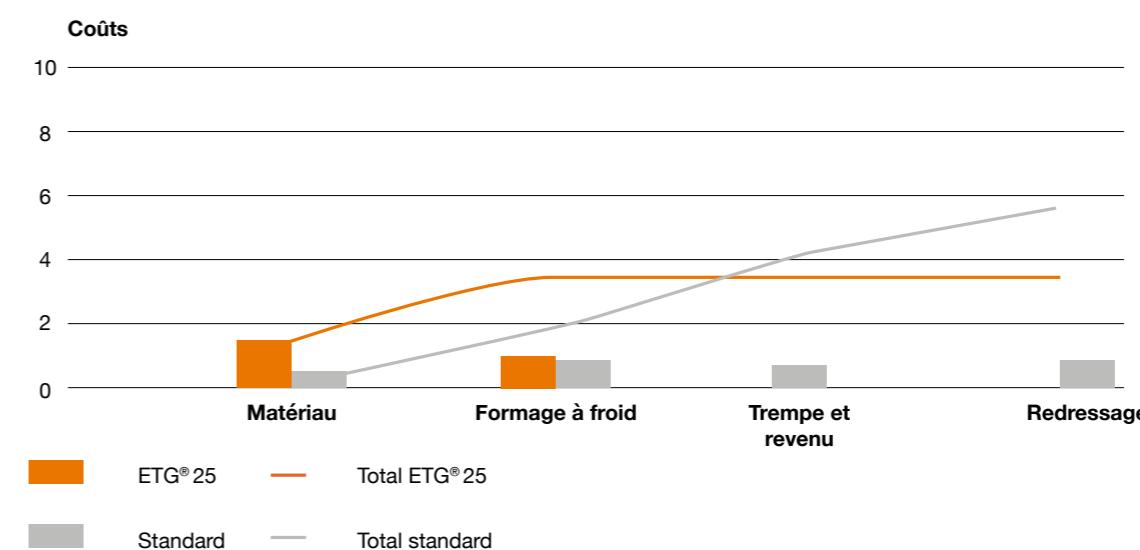
Capacités multifonctionnelles

Idéal pour les éléments complexes fabriqués par plusieurs procédés – possibilité de laminage, d'usinage et de soudage. Le pourcentage de rebut est fortement réduit.

Formabilité et pliabilité à froid

Formable à froid et facilement pliable sans risque de fissuration. Réduction des processus de production et des coûts des composants.

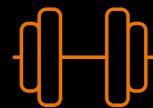
Comparaison des coûts des composants ETG® 25 / Standard



Aller plus loin en matière de construction

Améliorer ses capacités de production

Des matériaux exceptionnels. Des caractéristiques impressionnantes. Haute résistance, usinable, pliable et soudable.



Jusqu'à 50 % plus résistant que les aciers standard

Résistance à la traction et limite d'élasticité élevées – caractéristiques mécaniques similaires à la classe de résistance 8.8 (EN ISO 898-1)



Excellent e usinabilité

v_c jusqu'à 260 m/min. Meilleure évacuation des copeaux, bon état de surface après l'usinage, faible contrainte interne et faible distorsion



Formabilité et pliabilité à froid

Aucune amorce de fissure sur la face en tension selon l'essai de flexion DIN 50111



Soudabilité – CET 0.40

Malgré sa grande résistance, l'ETG® 25 se prête particulièrement bien au soudage



Une solution durable

En général, aucun traitement thermique n'est nécessaire. Réduction des processus de production et des émissions de carbone. Jusqu'à 50 % d'économies sur les coûts des composants



Processus de production spécial conférant des propriétés particulières

Faible contrainte résiduelle, grande résistance à la fatigue et à l'abrasion

Une gamme de produits aux possibilités illimitées

Gamme de produits

Catégorie d'acier	Processus	Dimensions mm	Tolérance
ETG® 25	étiré, rond	≥ 4.0 – ≤ 28.0 > 28 – 40	h9 h11
	rectifié, rond	≥ 4.0 – ≤ 28.0	≥ IT 6

Longueur des barres : standard 3 m, autres longueurs sur demande

Code de couleur de l'extrémité : jaune cadmium

Finition de surface et qualité de surface de classe 3 selon EN 10277-1

Les tailles standards sont disponibles en stock. D'autres catégories répondant à des exigences particulières – telles que les propriétés mécaniques – sont disponibles sur commande spéciale.

Propriétés mécaniques Valeurs indicatives

Statique

Dimensions	Ø	mm	≤ 16	> 16 – 30	> 30 – 40
Limite d'élasticité	R _{p0,2}	N/mm ²	≥ 660	≥ 660	≥ 660
Résistance à la traction	R _m	N/mm ²	800 – 950	830 – 950	800 – 950
Allongement à la rupture	A _s	%	≥ 12	≥ 12	≥ 12
Réduction de la surface	Z	%	≥ 45	≥ 45	≥ 45
Dureté	HV10	-	230 – 300	255 – 336	230 – 300
Energie de rupture	A _{U_{RT}} (ISO-U)	J	≥ 22	≥ 22	≥ 22

Dynamique

Tension/compression	σ _{zdw}	N/mm ²	-	ca. 360	-
Résistance à la fatigue par flexion	-	-	-	-	-
Echantillon non entaillé	σ _{bw}	N/mm ²	-	ca. 390	-
Echantillon entaillé a _k = 4.0	σ _{bw}	N/mm ²	-	ca. 125	-
Résistance à la torsion alternée	T _{tw}	N/mm ²	-	ca. 175	-

1 N/mm² = 1 MPa

Composition chimique

Analyse à l'état fondu en % du poids

Elément	C	Si	Mn	P	S
min.	0.24	0.10	1.20	-	0.02
max.	0.29	0.30	1.50	0.04	0.04

Ecart de l'analyse du produit par rapport aux limites spécifiées dans l'analyse de la fonte conformément à la norme EN 10087.
Calmé à l'aluminium ou à l'aide d'agents ayant un effet similaire. L'analyse est conforme à la norme SAE 1527, comparable à 28Mn6 (N° de mat. 1.1170).



Impossible
jusqu'à ce
que ce ne
le soit plus



Applications

Dans tous les secteurs d'activité, partout dans le monde, nos clients réalisent l'impossible. Ensemble, nous façonnons un avenir plus intelligent, plus vert et plus efficient pour tous. L'acier ETG® 25 offre des propriétés mécaniques optimales et constantes à l'état étiré – pour toutes les sections et toutes les dimensions. Et les éléments en ETG® 25 surpassent les aciers standard dans les applications les plus exigeantes en termes de performances.

Plus petit

Conception de composants plus petits qui réduisent le poids total du produit – sans perte de performance.



Plus longtemps

Fabrication de boulons filetés profilés à froid présentant une meilleure résistance à la fatigue et à l'usure, pour une plus longue durée de vie des éléments.



Plus efficient

Fabrication de composants complexes avec moins de processus de production.



Plus complexe

Possibilité de combiner plusieurs procédés de fabrication pour obtenir des composants complexes répondant aux exigences les plus strictes.



Un produit multifonctionnel à haute résistance

L'ETG® 25 est un acier prêt à l'emploi qui surpassé les exigences imposées aux aciers standards. Pliez-le. Usinez-le. Affinez-le. Concevez vos projets au-delà des limites de l'ordinaire.

Pliabilité

Malgré sa grande résistance, l'ETG® 25 peut être plié sans difficulté. Aucune fissure n'apparaît sur la face en tension lorsque l'ETG® 25 est plié à 180° à l'aide d'un poinçon, lors de l'essai de flexion technologique réalisé conformément à la norme DIN 50111.

Finition de surface

La plupart des finitions de surface peuvent être appliquées à l'ETG® 25. Par exemple, il peut être galvanisé à chaud, chromaté, chromé, nickelé, bruni en milieu alcalin, etc. A des températures de traitement supérieures à 300 °C, il convient de noter que la limite d'élasticité et la résistance à la traction sont quelque peu réduites. Il n'est pas nécessaire de procéder à un décapage pour éliminer les oxydes. Si la galvanisation est effectuée correctement, il n'y a pas de risque de fragilisation par l'hydrogène. Pour la finition des surfaces, il est recommandé d'utiliser des matériaux rectifiés.

Usinabilité

L'ETG® 25 se prête particulièrement bien à l'usinage et présente les avantages suivants par rapport aux pièces trempées et revenues de résistance similaire :

- meilleure évacuation des copeaux
- bon état de surface après l'usinage
- faible contrainte interne
- faible distorsion

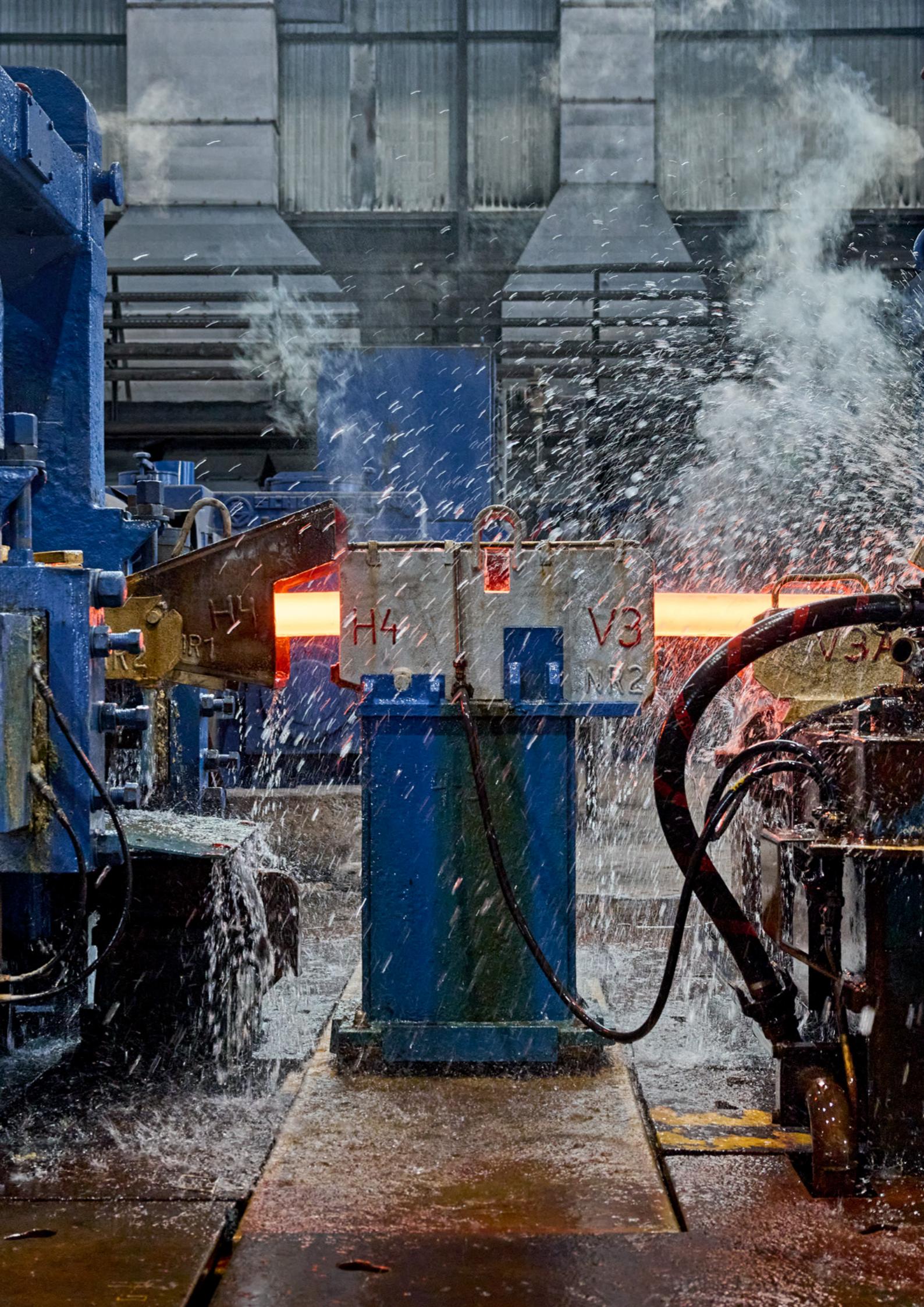
Valeurs indicatives pour divers procédés d'usinage
Recommandations d'usinage v_c [m/min] et f [mm/E]

Processus d'usinage	v_c / f	Processus	ETG® 25
Tournage CNC multibroche (outils en carbure, revêtus)	v_c f	Ebauche	190 – 250 0.20 – 0.60
v_c f	Finition	200 – 260 0.10 – 0.30	
v_c f	En plongée / tronçonnage	160 – 240 0.10 – 0.40	
Tournage FAO multibroche (tournage longitudinal – outils en carbure, revêtus)	v_c f	Ebauche	150 – 210 0.05 – 0.20
v_c f	Finition	160 – 220 0.03 – 0.15	
v_c f	En plongée / tronçonnage	100 – 160 0.10 – 0.35	
Tournage CNC à banc court (outils en carbure, revêtus)	v_c f	Ebauche	190 – 250 0.20 – 0.60
v_c f	Finition	200 – 260 0.10 – 0.30	
v_c f	En plongée / tronçonnage	160 – 240 0.10 – 0.40	
Tournage CNC ordinaire (outils en carbure, revêtus)	v_c f	Ebauche	130 – 190 0.05 – 0.25
v_c f	Finition	140 – 200 0.03 – 0.15	
v_c f	En plongée / tronçonnage	50 – 90 0.05 – 0.30	

Continuer →

Perçage (foret à plaquettes – outils en carbure, revêtus)	v_c	60 – 110
	f	0.05 – 0.30
Perçage (profilé, revêtu)	v_c	20 – 70
	f	0.05 – 0.20
Alésage (outils en carbure, revêtus)	v_c	25 – 30
	f	0.10 – 0.30
Filetage (filetage intérieur/extérieur)		
Peignage – outils en carbure, revêtus	v_c	40 – 90
Coupe – outils en carbure, revêtus	v_c	6 – 9
Formage – profilé, revêtu	v_c	8 – 20

Valeurs dépendant des caractéristiques statiques de la machine, de la géométrie de l'arête de coupe, du lubrifiant de refroidissement, des dimensions et du diamètre du foret.



Soudabilité

Malgré sa grande résistance, l'ETG® 25 se prête particulièrement bien au soudage. Il faut toutefois garder à l'esprit que, selon les conditions de soudage et le métal soudé, on peut observer une réduction de la résistance et une augmentation de la dureté à la fois dans la soudure elle-même et dans la zone affectée thermiquement. En raison de la composition chimique de l'ETG® 25, la dureté n'augmente que faiblement et peut être corrigée par un revenu à 400 - 450 °C.

Soudage par fusion thermique

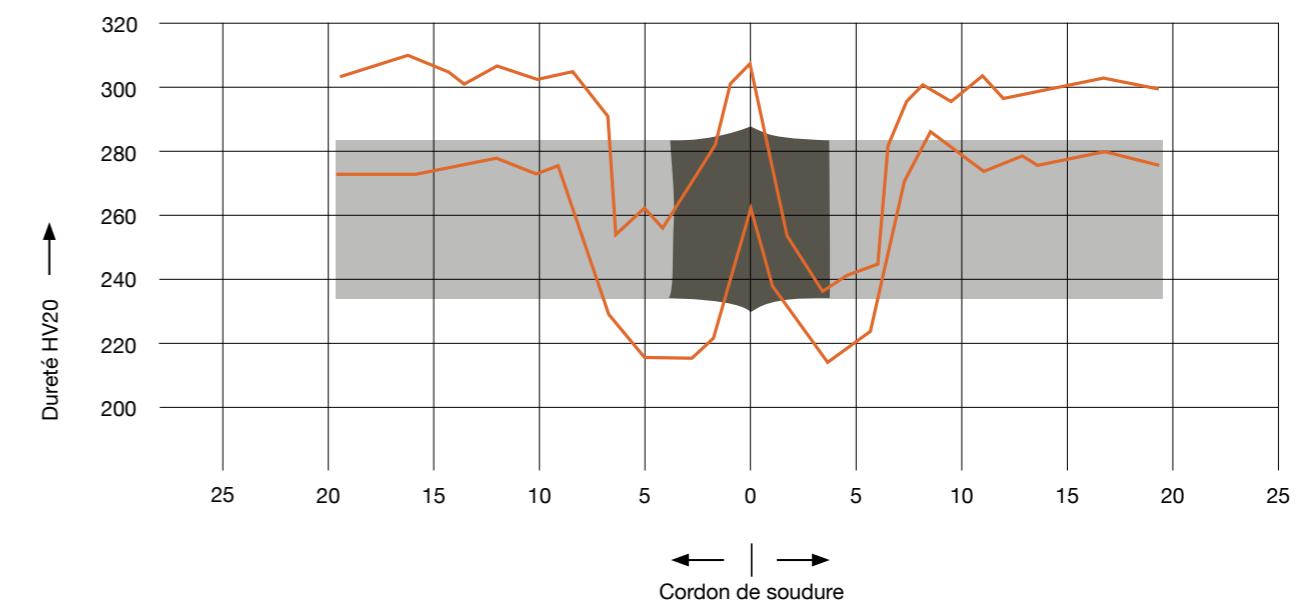
On veillera à ce que le soudage soit effectué en appliquant le niveau de chaleur le plus bas possible. La réduction de la résistance est déterminée non seulement par le matériau de base, mais aussi par le métal de soudure utilisé. Les meilleurs résultats ont été obtenus avec le soudage sous protection gazeuse. Prenons l'exemple du soudage MIG.

- ETG® 25 Ø 9 mm
- Métal d'apport Böhler 2.5 Ni-IG (ER 80, S-Ni 2)
- Point de soudure fraisé en forme de coin (cordon en x)

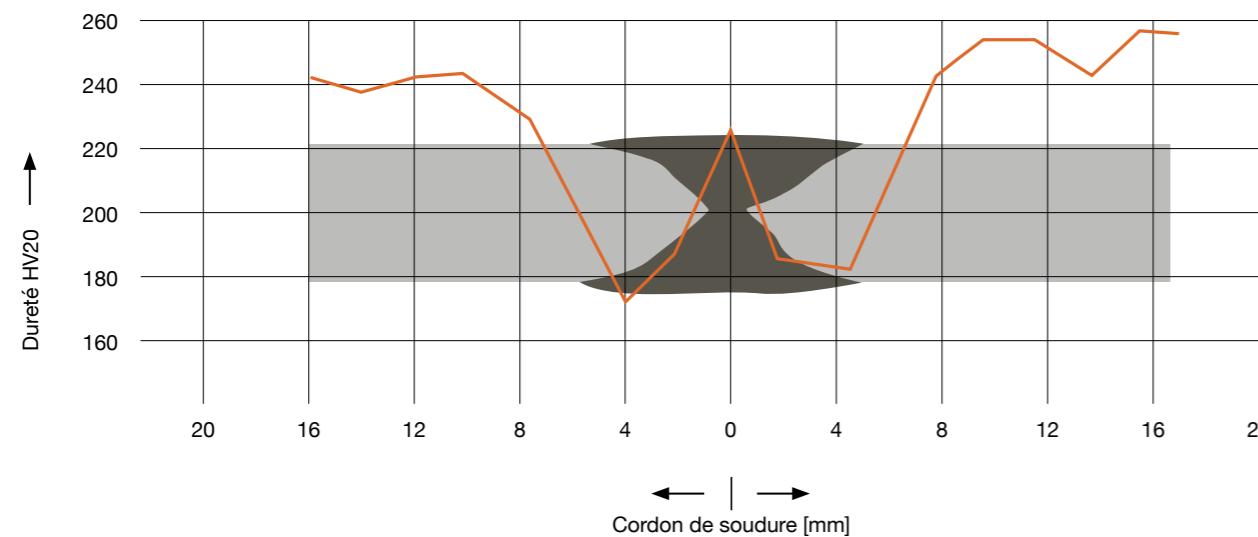
Soudage par pression

Soudage bout à bout et soudage en bout par étincelage

Exemple : soudage en bout par étincelage ETG® 25, Ø 18,25 mm

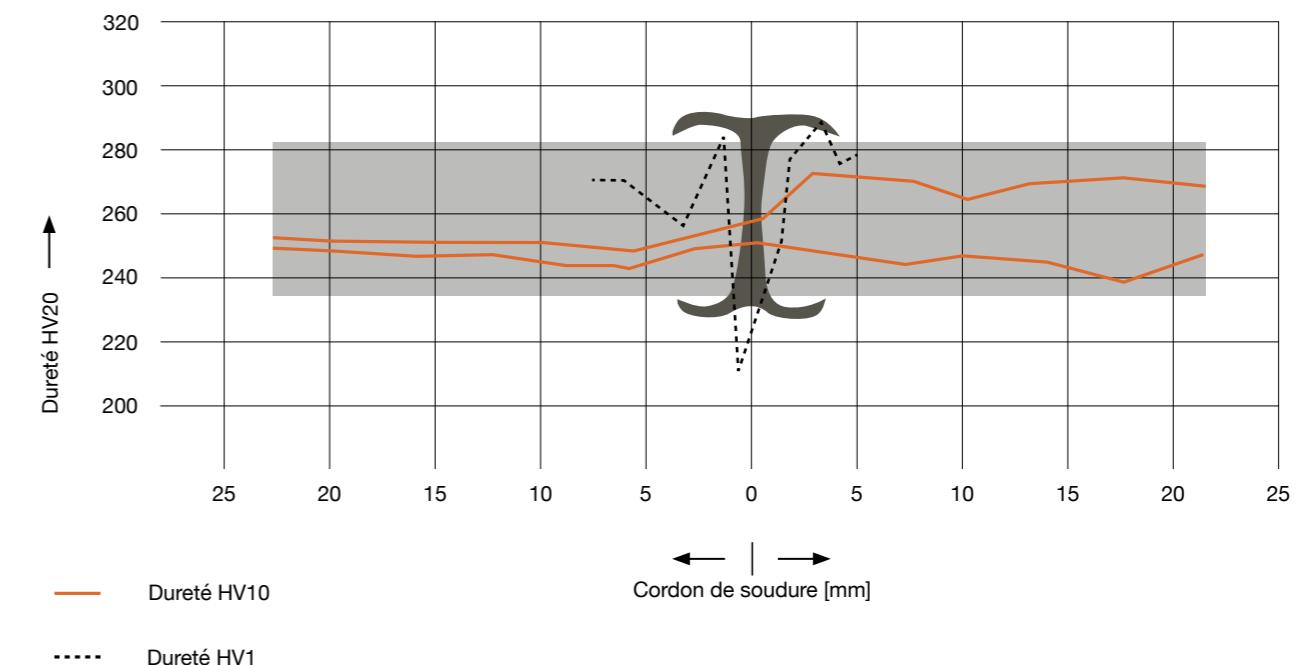


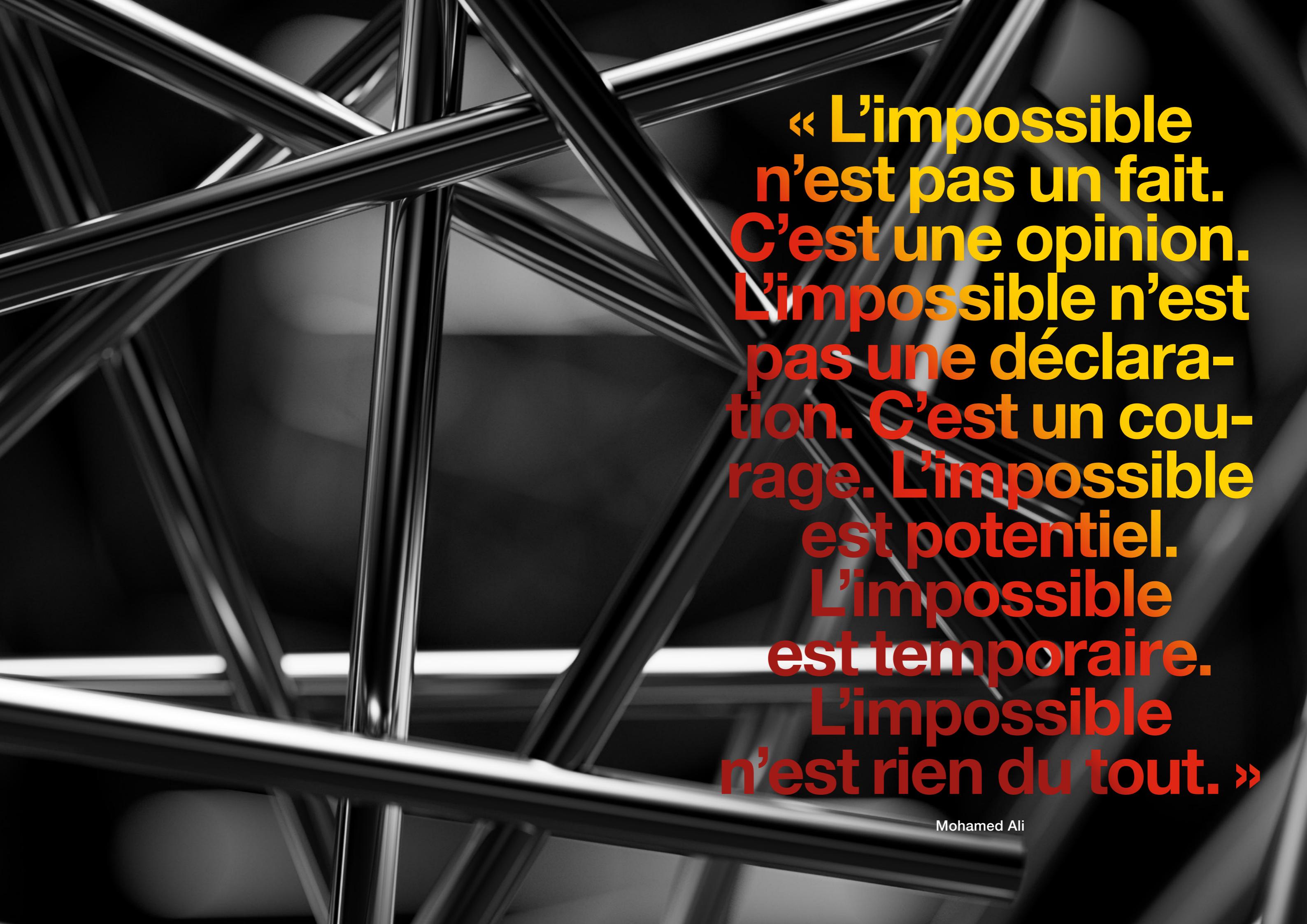
Soudage par fusion thermique



Soudage par friction

ETG® 25 sur ETG® 25, Ø 18,25 mm





« L'impossible
n'est pas un fait.
C'est une opinion.
L'impossible n'est
pas une déclara-
tion. C'est un cou-
rage. L'impossible
est potentiel.
L'impossible
est temporaire.
L'impossible
n'est rien du tout. »

Mohamed Ali

ETG® 25 pour les pièces formées

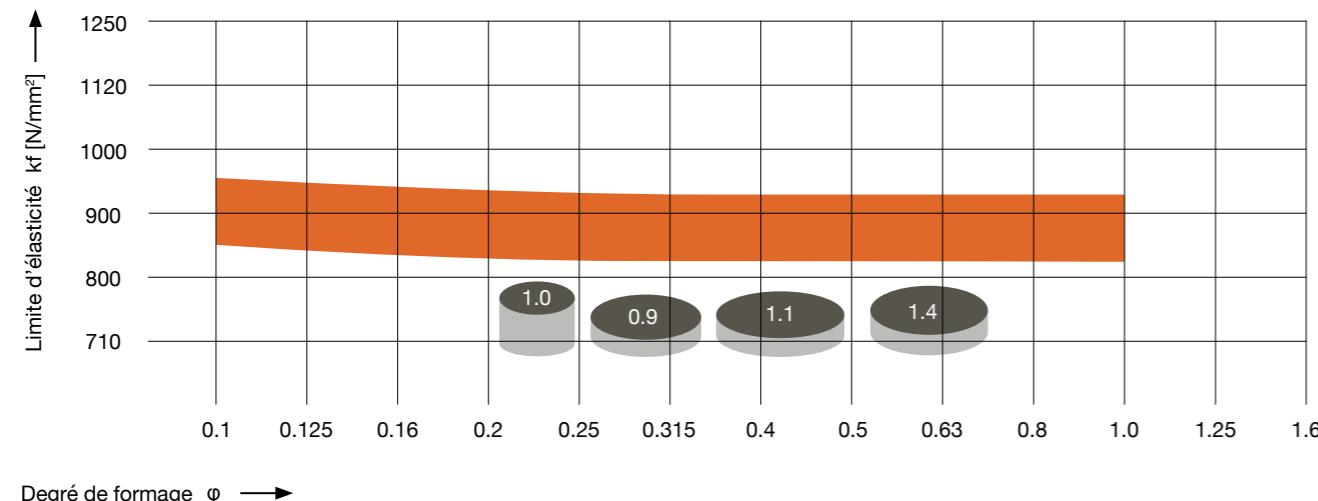
Formage à froid

Comme pour toutes les pièces formées, il faut veiller à ce que le formage soit effectué dans la même direction que la charge qui s'exercera sur la pièce lorsqu'elle sera en service. Si la charge s'exerce dans la direction opposée, il peut en résulter une réduction de la limite d'élasticité (effet Bauschinger). La résistance et la dureté n'en sont pas affectées. Un revenu ultérieur à 350 °C peut inverser cet effet. La limite d'élasticité revient alors à sa valeur initiale.

Courbe de fluage

Etabli dans l'essai de compression sur cylindre ($\varnothing 10 \times 16$ mm), plage ± 50 N/mm 2 . Le procédé de fabrication spécial confère à l'ETG® 25 un comportement de fluage hors normes. En raison de la limite d'élasticité élevée du matériau, il est nécessaire d'appliquer des forces de formage relativement élevées, même pour des degrés de formage peu élevés. Cependant, contrairement aux aciers fabriqués de manière conventionnelle, la résistance au fluage reste constante jusqu'à des degrés de formage élevés.

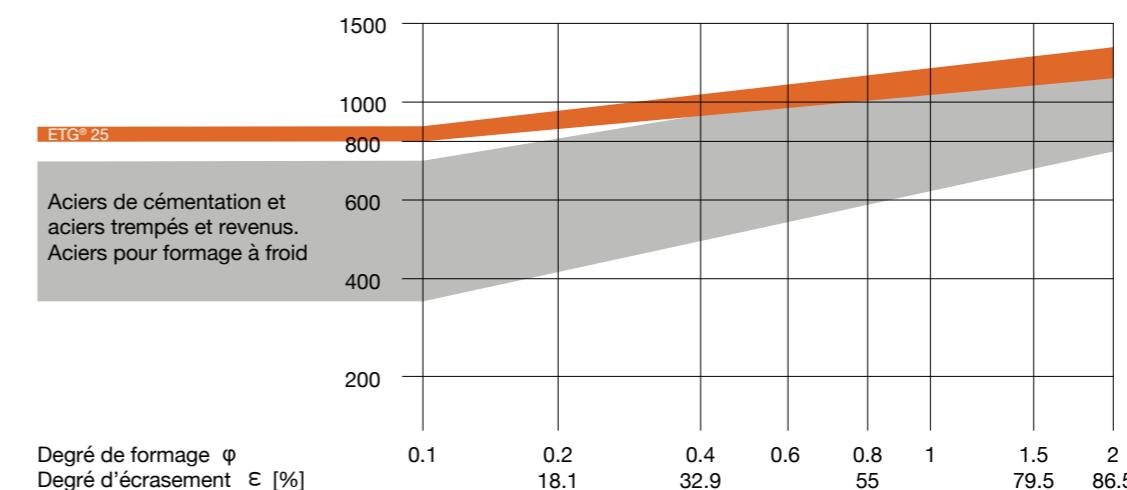
Courbe de fluage ETG® 25



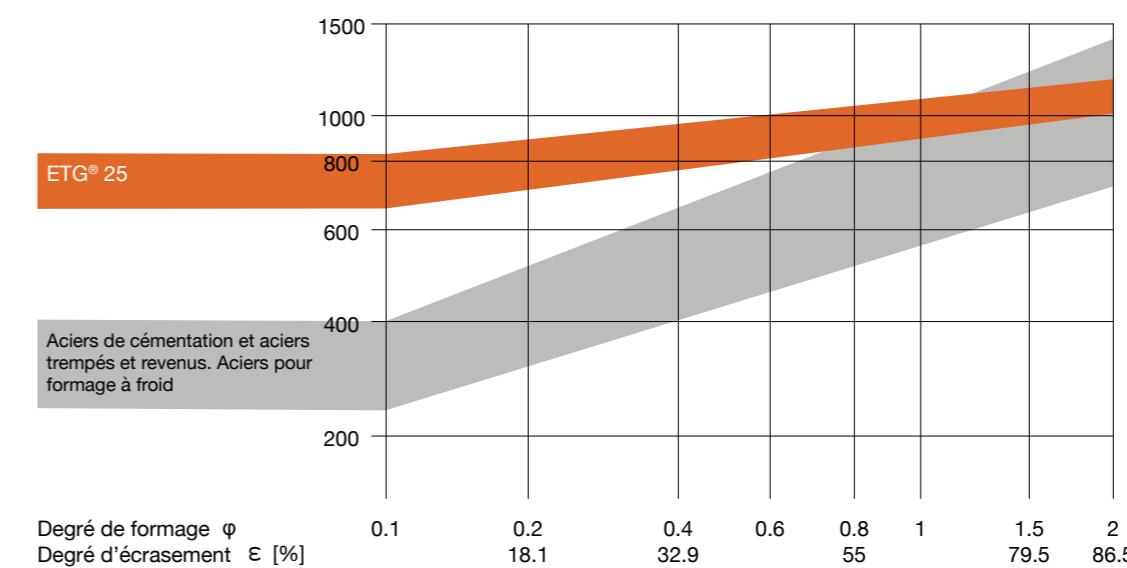
Propriétés mécaniques après formage à froid

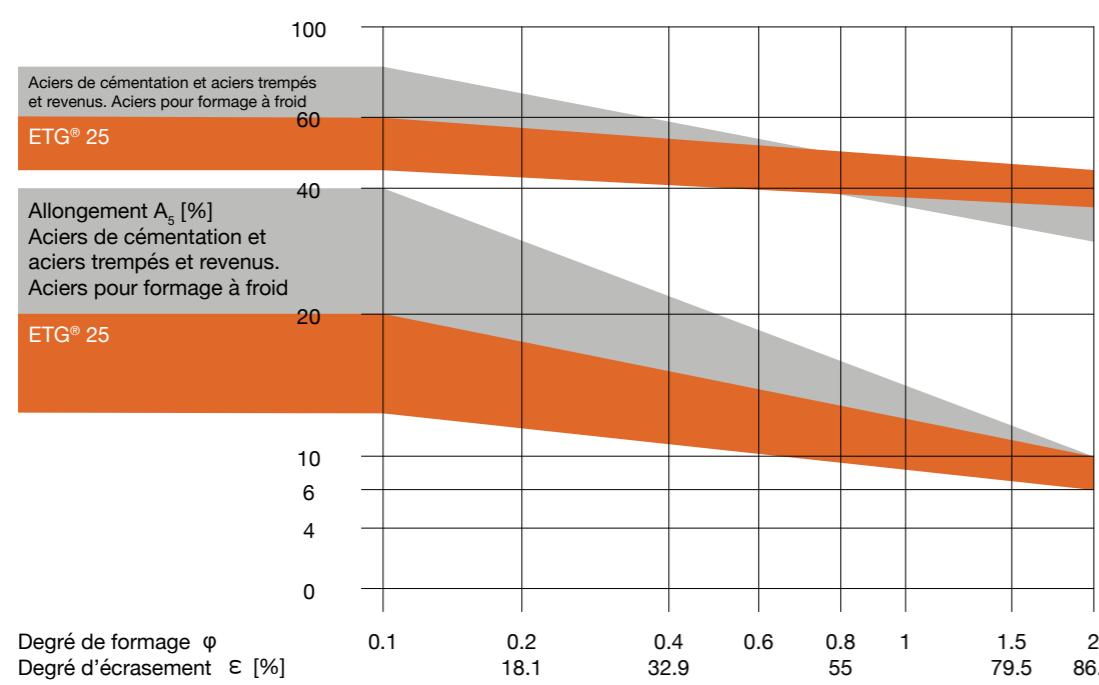
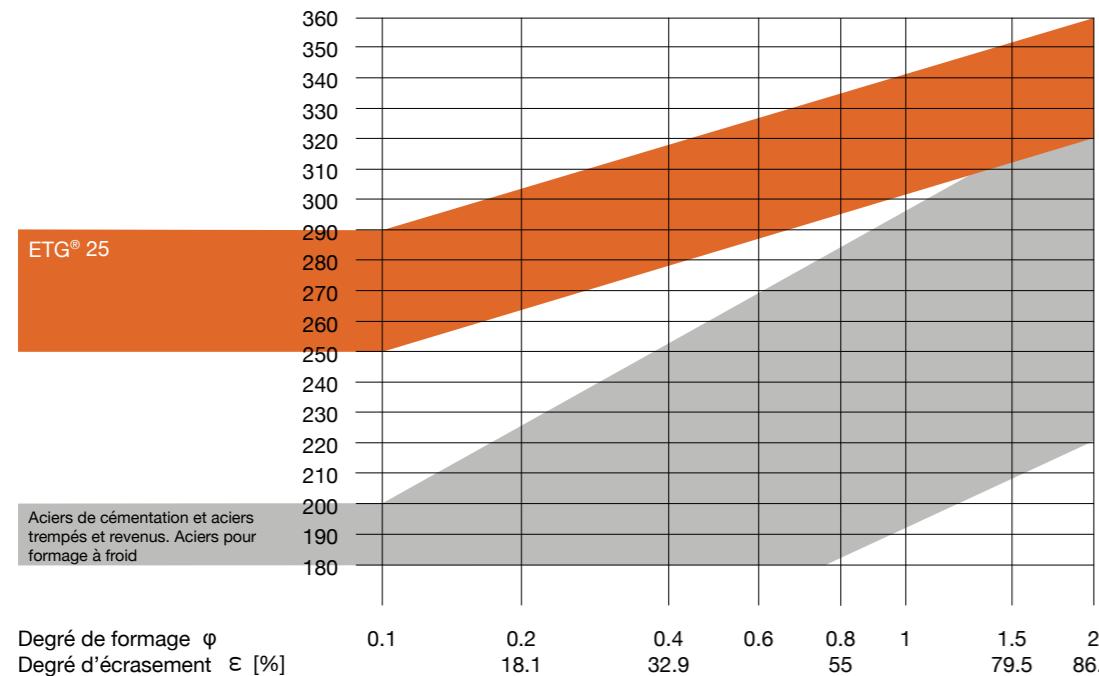
Valeurs moyennes pour l'ETG® 25 en fonction du degré de formage et du degré d'écrasement par rapport aux aciers fabriqués de manière conventionnelle.

Résistance à la traction R_m [N/mm 2]

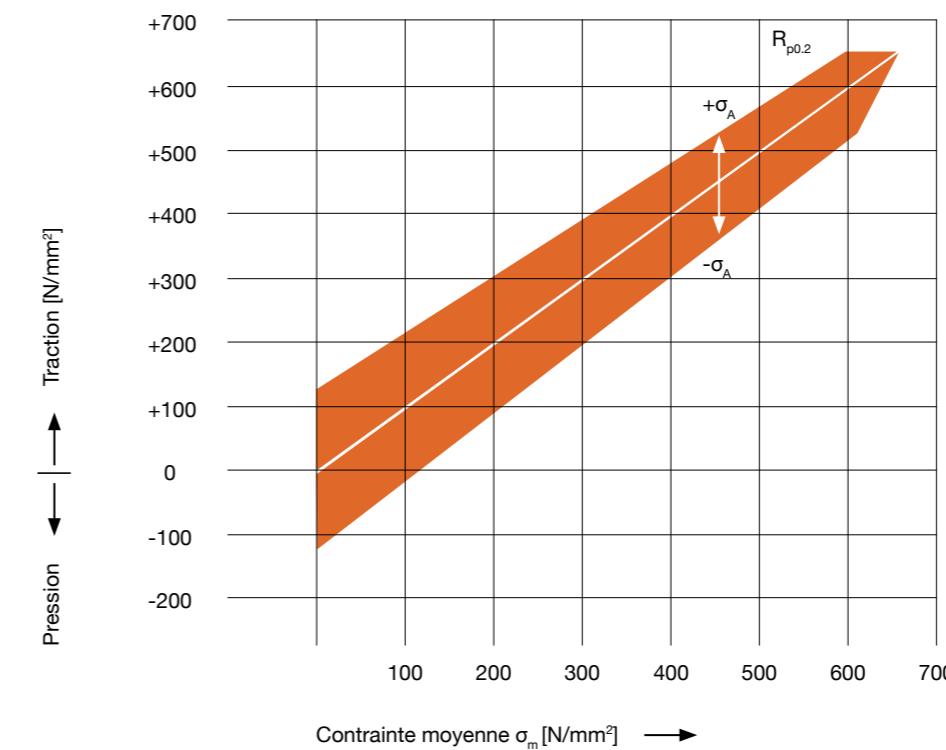


Limite d'élasticité $R_{p0.2}$ [N/mm 2]



Réduction de la surface Z [%], Allongement A₅ [%]**Dureté HV10****Valeurs caractéristiques pour les boulons filetés**

	RT	RT	-20 °C	-20 °C	-40 °C	-40 °C
Taille	mm	≤ M 16	> M 16	≤ M 16	> M 16	≤ M 16
Résistance à la traction	R _m	N/mm ²	≥ 810	≥ 830	820	840
Limite d'élasticité	R _{p0.2}	N/mm ²	≥ 660	≥ 660	-	-

1 N/mm² = 1 MPa**Résistance à la fatigue de l'ETG® 25**

Pour les boulons filetés profilés à froid, l'ETG® 25 apporte une résistance à la fatigue plus élevée

Filetages formés sans enlèvement de matière

Les filetages formés sans enlèvement de matière ont un fond de filet durci sous tension avec des contraintes résiduelles de compression. La limite d'élasticité est donc un peu plus faible et la résistance à la fatigue un peu plus élevée que pour le matériau de départ.

Contrainte de fatigue en fonction de l'amplitude maximale de la contrainte endurée $\pm \sigma_A$ sans fracture de fatigue.

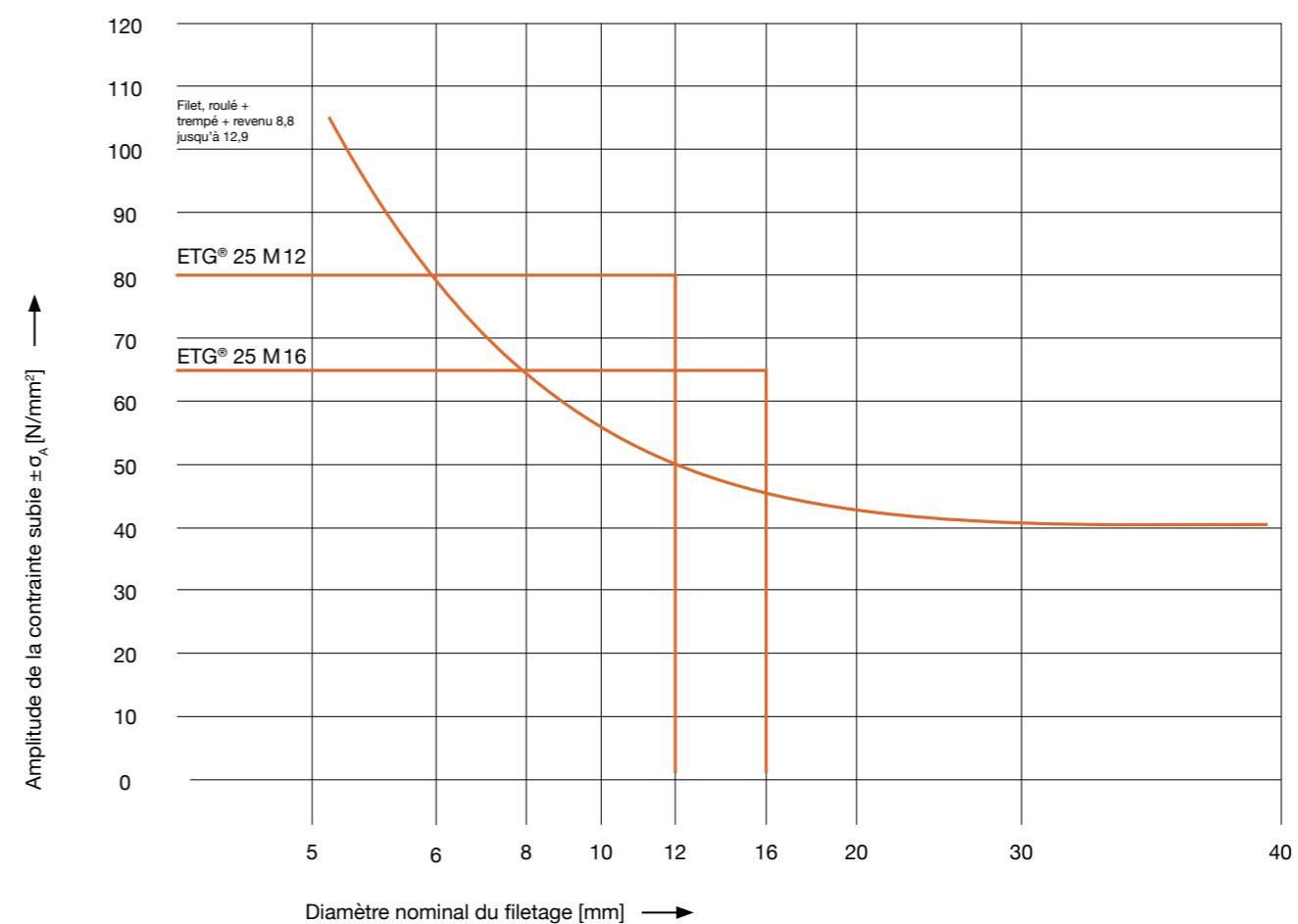
- cycle de contrainte $> 2 \cdot 10^6$
- Raccord fileté M12
- boulons, ETG® 25, filetage roulé
- écrou, DIN 934 classe 8

A des températures élevées établies sur des boulons tournés Valeurs typiques

		+100 °C	+200 °C	+300 °C
Résistance à la traction	R_m	N/mm ²	815	815
Limité d'élasticité	$R_{p0.2}$	N/mm ²	665	665
Allongement à la rupture	A_s	%	13	12

1 N/mm² = 1 MPa

Contrainte statique admissible sur le filet



Mise sous contrainte statique de boulons filetés en ETG® 25 avec un filet roulé. Essai conforme à la norme EN ISO 898-1 sur la tige filetée. Valeurs de résistance exprimées en termes de section transversale sous contrainte.

$$A_s = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2$$

Les boulons filetés profilés à froid en ETG® 25 ont une résistance à la fatigue nettement supérieure à celle des boulons fabriqués dans un matériau conventionnel revenu en fin de processus.

- contrainte moyenne σ_m 450 [N/mm²]
- Filetage M 12 $\sigma_A \pm 80$ [N/mm²]
- Filetage M 16 $\sigma_A \pm 65$ [N/mm²]

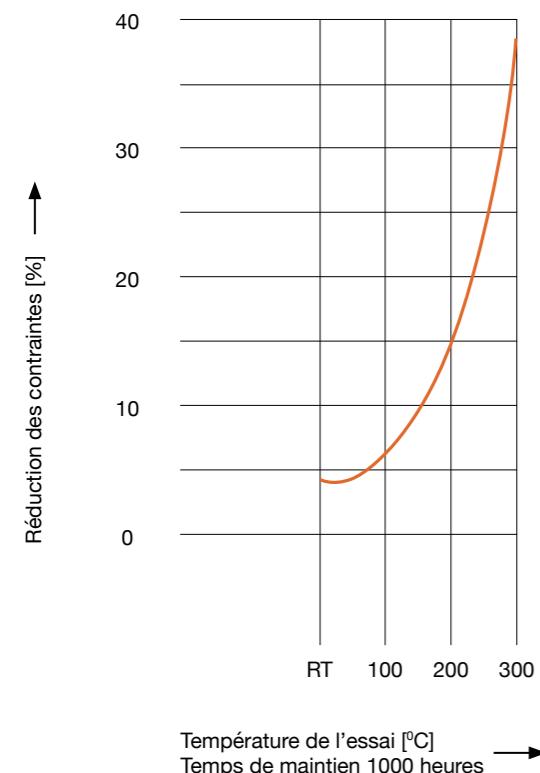
Comparaison avec le filet roulé et le filet trempé et revenu dans les classes de résistance 8,8 à 12,9.

Nitruration de l'ETG® 25

Comportement de relaxation

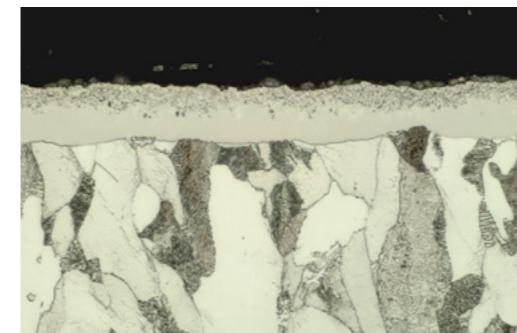
Une propriété essentielle, en particulier pour la production de pièces filetées, est le comportement du matériau en termes de relaxation des contraintes. Le diagramme suivant montre le comportement de relaxation de l'ETG® 25 sous la forme du pourcentage relatif de réduction de la contrainte après 1000h de stockage à des températures comprises entre la température ambiante et 300 °C. Les échantillons utilisés étaient des tiges filetées M 12 précontraintes à $0,7 \times R_{p0,2}$.

Relaxation des contraintes de l'ETG® 25



Nitrocarburation

La nitrocarburation améliore la résistance de l'acier à l'usure et à la corrosion. Elle augmente également la résistance à la fatigue par flexion du matériau. L'ETG® 25 peut être nitrocarburé en bain de sel, au plasma ou au gaz. Dans une étude, l'ETG® 25 a été nitrocarburé dans un four à cuve à 520 °C et 570 °C pendant 10h et 40h ainsi que pendant 0,5h et 4h respectivement. Dans chaque cas, il a été utilisé une atmosphère avec un potentiel de nitruration de $K_N = 2$. 2,5 % de CO₂ ont été ajoutés à 570 °C.



ETG® 25, 520 °C 10h, $K_N = 2$, attaque au nital

Nitrocarburation

Traitement	Epaisseur de la couche de liaison	Zone poreuse	Epaisseur de la couche de nitruration	Dureté de la couche superficielle
	µm	µm	mm	HV 0.5
520 °C N 10h	10.5	4.6	0.38	450
520 °C N 40h	11.7	4.4	0.62	480
570 °C NC 0.5h	8.4	3.2	0.29	375
570 °C NC 4h	21.0	7.6	0.29	440

Selon le procédé de nitrocarburation utilisé, il peut être nécessaire d'effectuer un revenu à 350 °C pendant au moins 2 heures pour éliminer tout l'hydrogène qui a été introduit.

Pour les applications où la stabilité dimensionnelle est soumise à des tolérances strictes, le matériau doit subir un traitement thermique préalable à 520 – 570 °C. La nitruration au plasma peut également être utilisée, car le processus implique des températures plus basses (environ 480 – 510 °C). Comme les températures utilisées dans le processus au plasma sont plus basses, la réduction de la résistance à cœur est moindre.

L'ETG® 25 présente une surface compacte avec une faible formation de pores. La dureté du cœur est d'environ 225 HV/0,5. La nitrocarburation entraîne généralement une réduction de la résistance à la traction d'environ 200 MPa.

Steel beyond limits

Au-delà des idées préconçues

Un esprit créatif que nous partageons avec passion.

Au-delà des aciers ordinaires, ces produits se caractérisent par une innovation, une assistance et des services correspondants. En proposant des calculs gratuits sur le potentiel d'économie des processus et des essais sans frais, nous faisons plus pour nos clients, en leur permettant de produire de manière plus efficiente, plus sûre et plus compétitive.

Nos collaborateurs



Depuis plus de 30 ans, nous travaillons en partenariat avec des clients et des fournisseurs, des universités et des instituts de recherche, pour aller au-delà des idées reçues. Ensemble, nous repoussons les limites. Ensemble, nous redéfinissons les attentes.

Notre réseau



Une présence mondiale. Une proximité locale. Notre expertise et notre expérience vous permettent de travailler de manière rationnelle et efficace. Sur site ou à distance, nos services techniques qualité sont facilement accessibles et permettent des communications rapides, ce qui vous permet de gagner en efficacité.

Notre production



Nous assurons une surveillance de nos processus de production afin de les alléger et de les rendre aussi efficaces que possible. Afin que nos produits soient aussi fiables que possible.

Nos procédures de test



Des tests de production et des contrôles de qualité rigoureux garantissent un niveau de qualité toujours élevé, dans des limites de tolérance très étroites.



Les informations et données présentées dans ce document correspondent à des valeurs typiques ou moyennes et ne garantissent en aucun cas des valeurs minimales ou maximales. Seules les informations indiquées sur nos certificats matières doivent être considérées comme pertinentes. Les suggestions d'applications associées aux matières décrites dans le présent document sont fournies uniquement à titre indicatif, afin de permettre au lecteur d'évaluer par lui-même l'usage possible de la matière en question, sans aucune garantie, expresse ou implicite, que cette matière soit adaptée à quelque application que ce soit.

Nous nous réservons le droit d'apporter des modifications et des améliorations techniques sans préavis. Sauf erreur ou omission. Les caractéristiques de performance souhaitées ne sont garanties que si elles ont été convenues exclusivement au moment où le contrat a été conclu.

**Ensemble.
Pour un
avenir qui
compte.**



**Swiss
Steel**
Group

Le ETG®25 est fabriqué par Steeltec AG
et Steeltec GmbH.

info.engineering@swisssteelgroup.com
www.swisssteel-group.com