



Cette série a débuté l'année dernière sur LinkedIn – et est rapidement devenue un véritable petit coup de cœur pour notre communauté. 💬

Les publications autour du monde des éléments d'alliage ont suscité un grand intérêt, provoqué des discussions passionnantes et reçu des retours enthousiastes de la part du secteur.

À la demande de nombreuses abonné-e-s, nous avons désormais rassemblé ces contenus de manière compacte.

Le résultat : une collection pratique – informative, accessible et racontée avec une touche d'humour. 😊

Dans les pages suivantes, vous trouverez un aperçu concis des principaux éléments d'alliage et de leur influence sur les propriétés de l'acier.

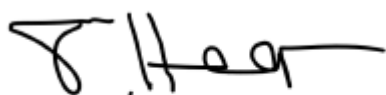
Chaque élément joue son propre rôle – qu'il s'agisse de la résistance, de la ténacité, de la résistance à la corrosion ou de la facilité de mise en forme.

Du chrome et du nickel au molybdène, en passant par le soufre, l'azote ou le silicium : cette série montre comment des alliages ciblés rendent les aciers plus performants, plus durables et plus polyvalents – et pourquoi même de très petites quantités peuvent avoir un grand effet.

Et parce que la technique peut aussi être amusante, de petites « pauses-café » ☕ parsèment le tout, avec des anecdotes et faits insolites issus du monde fascinant des éléments.

Cette compilation s'adresse à toutes celles et ceux qui s'intéressent à la métallurgie, à la science des matériaux et aux applications industrielles – et prouve à quel point l'acier peut être captivant.

Bien allié et plein de curiosité,



Contenu

Soufre (S).....	4
Le carbone (C).....	5
Le cuivre (Cu).....	6
L'azote (N).....	7
Le molybdène (Mo).....	8
Le chrome (Cr).....	9
Le nickel (Ni).....	10
Le manganèse (Mn).....	11
Le silicium (Si) et l'aluminium (Al).....	12
Titane (Ti) & niobium (Nb).....	13
Et la suite ?	14

16
S
Soufre
32.06



Soufre (S)

Cet élément, souvent présent dans l'acier sous forme d'impuretés, notamment lors du traitement de matières premières telles que le minerai de fer et la ferraille, a généralement des effets indésirables sur les propriétés de l'acier, bien qu'il puisse être utilisé de manière ciblée dans certaines applications.

💡 Des teneurs élevées en soufre dans l'acier peuvent améliorer son usinabilité, notamment lors de l'usinage, car le soufre a tendance à favoriser la formation de copeaux tenaces. Cela augmente la vitesse d'usinage et réduit l'usure des outils. Dans les applications qui nécessitent une grande usinabilité, comme la fabrication de vis ou de rivets, une certaine teneur en soufre peut être avantageuse.

💡 Une teneur élevée en soufre a toutefois des effets négatifs sur les propriétés mécaniques de l'acier. Elle peut affecter la ténacité et la ductilité du matériau, ce qui entraîne une augmentation de la fragilité. Cela peut à son tour entraîner la formation de fissures pendant le forgeage, le laminage ou d'autres étapes de transformation, ce qui affecte la fabricabilité et la qualité du produit final.

💡 Pour minimiser les effets négatifs, le soufre est volontairement maintenu à un niveau bas dans de nombreuses applications. Cela se fait souvent par des procédés spéciaux de désulfuration pendant la fabrication de l'acier. Les propriétés mécaniques de l'acier s'en trouvent améliorées, ce qui augmente son champ d'application dans des domaines tels que l'industrie automobile, la construction mécanique et la construction.

💡 Dans certaines applications spécifiques, comme l'industrie des loisirs ou des feux d'artifice, le soufre peut être délibérément utilisé comme élément d'alliage afin d'obtenir des effets ou des couleurs spécifiques. Dans ce cas, la teneur en soufre est contrôlée et utilisée de manière ciblée afin d'obtenir les résultats souhaités.

Pour la pause-café ☕

Le soufre, également connu sous le nom de « beauté puante », possède une odeur distinctive, souvent comparée à celle des œufs pourris. Cette odeur caractéristique provient du sulfure d'hydrogène, un composé produit par le soufre. Bien que son odeur soit désagréable pour beaucoup, elle est parfois appelée « beauté puante », car le soufre peut être présent dans la nature sous la forme de minéraux tels que la fleur de soufre. Ces minéraux présentent une structure et une couleur fascinantes.

6
C
Carbon
12.011



Le carbone (C)

Le carbone est l'un des éléments d'alliage les plus importants dans la fabrication de l'acier et a une influence décisive sur les propriétés mécaniques du matériau obtenu.

Lorsque le carbone est incorporé dans l'acier, il influence sa microstructure et donc une série de propriétés telles que la dureté, la résistance, la ténacité, la ductilité* et la résistance à l'usure. (*Capacité d'un matériau à se déformer plastiquement avant de se rompre).

Les effets du carbone sur les propriétés de l'acier dépendent fortement de sa concentration :

💡 A de faibles teneurs en carbone, typiquement inférieures à 0,25%, l'acier a tendance à être mou et malléable.

💡 A l'inverse, une teneur en carbone plus élevée entraîne une augmentation de la dureté et de la résistance de l'acier. Le carbone peut être présent en solution solide dans le fer jusqu'à un certain point. Toutefois, au-delà de ce point, des atomes de carbone se forment sous la forme de fer carbonique (Fe_3C), connu sous le nom de cémentite. La cémentite est extrêmement dure et cassante et peut affecter les propriétés mécaniques de l'acier.

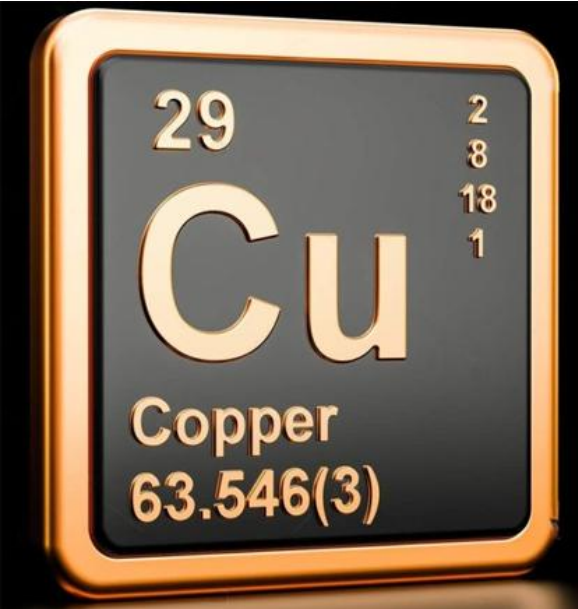
💡 En outre, le carbone influence également la capacité de traitement thermique de l'acier. Les aciers contenant du carbone réagissent différemment aux processus de traitement thermique tels que la trempe et le revenu.

💡 L'usinabilité et la soudabilité de l'acier sont également influencées par la teneur en carbone. Une teneur élevée en carbone peut entraîner une diminution de la soudabilité, tandis qu'une faible teneur en carbone peut améliorer l'usinabilité.

✦ Dans l'ensemble, le carbone est un élément d'alliage polyvalent qui influence de manière significative les propriétés de l'acier. Le contrôle précis de la concentration en carbone est essentiel pour produire des aciers présentant les propriétés mécaniques souhaitées pour une grande variété d'applications.

Pour la pause-café prolongée ☕

Le carbone est comme un.e superhéros.in : il peut aussi bien servir de crayon inoffensif 🖍 pour coucher nos pensées sur le papier, que de diamant fort et indestructible 💎 capable de traverser les substances les plus dures de la planète 🌍. C'est assez impressionnant pour un élément et celui-ci a même un jumeau fou : le « silicium » (Si) - L'élément le plus proche du carbone dans le tableau périodique, est souvent appelé le « carbone du futur ». Pourquoi ? Il partage de nombreuses propriétés similaires avec le carbone et est souvent utilisé comme alternative dans la technologie.



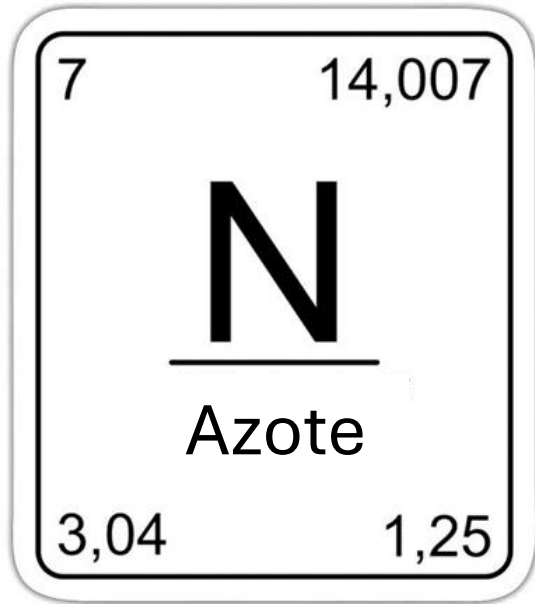
Le cuivre (Cu)

Le cuivre est l'un des éléments d'alliage les plus utilisés. Dans le cas de l'acier, le cuivre est dissous dans le matériau à raison de 0,1 à 0,4 % afin de produire les « capacités » suivantes :

- ✦ Résistance et dureté : l'ajout de cuivre à l'acier peut augmenter sa résistance et sa dureté, ce qui le rend attrayant pour les applications dans les secteurs de la construction et de l'ingénierie. Il en résulte une amélioration des performances et de la longévité du matériau.
- ✦ Résistance à la corrosion : le cuivre améliore la résistance à la corrosion de l'acier. En formant une couche d'oxyde protectrice à la surface de l'acier, il le protège contre les influences environnementales telles que l'humidité et les acides. Cela rend l'acier allié au cuivre idéal pour les applications dans des environnements corrosifs.
- ✦ Conductivité thermique : le cuivre est un excellent conducteur de chaleur. L'ajout de cuivre à l'acier améliore sa conductivité thermique, ce qui le rend adapté aux applications nécessitant un transfert de chaleur efficace, telles que la fabrication d'échangeurs de chaleur ou les applications à haute température.
- ✦ Le cuivre est également connu pour sa conductivité électrique.

Pour la pause-café ☕

L'élément chimique cuivre tire son nom du mot latin « cuprum », qui fait référence à l'île de Chypre. Dans la Rome antique, Chypre était connue pour ses riches gisements de cuivre et était un important fournisseur de minerai de cuivre. Comme ce métal était si fortement associé à Chypre, il a été nommé d'après l'île.



L'azote (N)

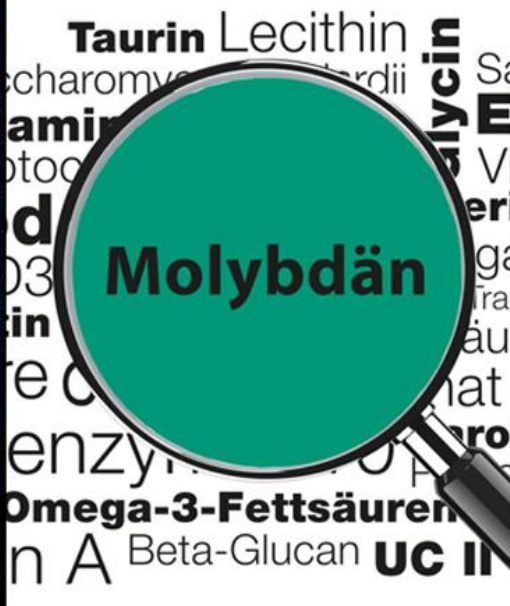
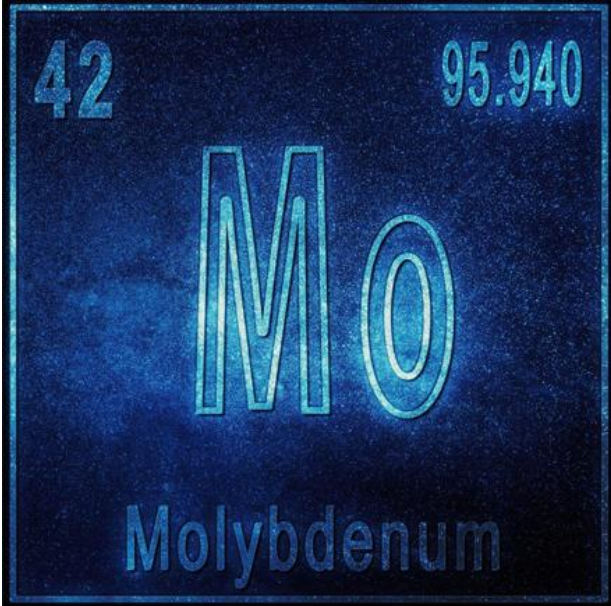
L'azote est un élément d'alliage fréquemment utilisé dans la fabrication de l'acier, qui a des effets significatifs sur les propriétés du produit final.

En règle générale, l'azote est ajouté en petites quantités dans les alliages d'acier, mais des concentrations plus élevées peuvent être utilisées pour des applications spécifiques.

- ✦ L'ajout d'azote augmente la résistance, la dureté et la ténacité de l'acier.
- ✦ L'azote entraîne une structure plus fine dans l'acier.
- ✦ Les alliages à l'azote sont idéaux pour les applications qui exigent une grande solidité, une résistance à la corrosion et une bonne malléabilité.
- ✦ Les domaines d'application comprennent l'aéronautique, l'automobile et la construction.

Pour la pause-café ☕

Un fait intéressant à propos de l'azote est qu'il est le gaz le plus abondant dans l'atmosphère terrestre, représentant environ 78 % du volume d'air. Bien qu'il soit si abondant, il n'est souvent pas utilisé directement par les plantes et les animaux, car il forme un composé très stable sous sa forme élémentaire (N₂). Il doit d'abord être transformé par des processus tels que la fixation de l'azote sous forme d'ammoniac ou de nitrate avant de pouvoir être utilisé par les êtres vivants.



Le molybdène (Mo)

L'élément d'alliage décisif dans la fabrication de l'acier !

Le molybdène augmente la résistance et la dureté de l'acier, ce qui le rend plus résistant aux contraintes mécaniques :

- ✦ Il améliore également la résistance à la corrosion, en particulier la résistance à la corrosion par piqûres. Ceci est particulièrement vrai dans les environnements agressifs tels que l'air salin ou les conditions acides.
- ✦ En outre, le molybdène peut augmenter la résistance thermique de l'acier, ce qui en fait un composant important dans les applications à haute température comme les turbines et les turbines à gaz.
- ✦ Le molybdène est un générateur de ferrite.

Pour la pause-café ☕

Le molybdène est un oligo-élément vital qui est essentiel pour différents organismes vivants, y compris les plantes, les animaux et les humains. Il joue un rôle important dans le métabolisme et fait partie de certaines enzymes nécessaires à la transformation des nutriments et à la régulation de divers processus biologiques.



Le chrome (Cr)

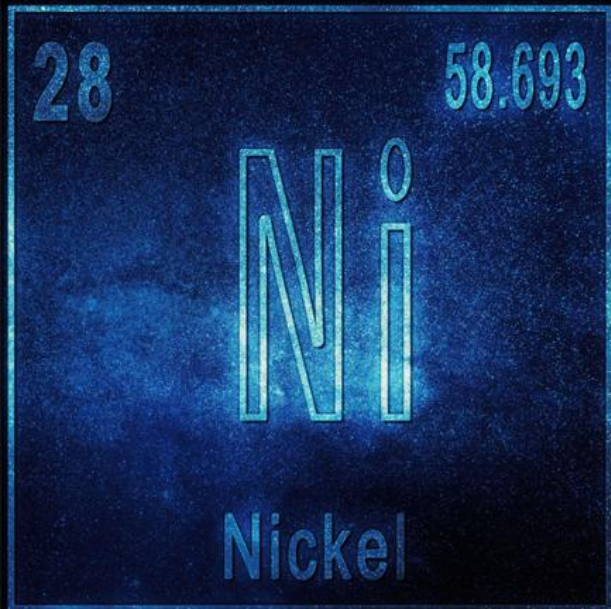
Le chrome est un élément d'alliage important dans la fabrication de l'acier, qui confère aux aciers des propriétés mécaniques améliorées. L'ajout de chrome augmente considérablement la résistance à la corrosion de l'acier, car il forme une couche d'oxyde protectrice à la surface.

- ✦ A partir d'une teneur en Cr d'environ 12,5%, on parle d'acier résistant à la corrosion.
- ✦ Cr augmente sensiblement la résistance, sans dégrader sensiblement l'allongement.
- ✦ La résistance à la chaleur et la résistance à la calamine sont nettement améliorées.

Les aciers inoxydables sont appréciés pour leur longévité et leur résistance à la corrosion. L'ajout de chrome permet d'utiliser les alliages d'acier pour différentes applications, des couverts aux matériaux de construction à haute résistance.

Pour la pause-café ☕

Le chrome a été découvert en 1797 par le chimiste français Louis-Nicolas Vauquelin. Vauquelin a isolé l'élément d'un minéral appelé « ocre rouge de Sibérie », qui contenait de l'oxyde de chrome.



Le nickel (Ni)

Le nickel est un élément d'alliage fréquemment utilisé dans la production d'acier. Il améliore les propriétés mécaniques de l'acier : dureté, résistance et résilience à basses températures.

✦ Le nickel dans l'acier inoxydable améliore la résistance à la corrosion.

✦ En outre, le nickel est un formateur d'austénite.

Dans des applications spéciales, comme les alliages réfractaires, le nickel joue un rôle crucial pour résister aux conditions extrêmes.

Globalement, le nickel contribue de manière significative à la polyvalence et aux performances des alliages d'acier dans différents secteurs industriels.

Pour la pause-café ☕

Le nickel a la capacité de devenir magnétique lorsqu'il atteint certaines températures. À basse température, il n'est pas magnétique, mais lorsque la température diminue, le nickel devient magnétique. Ce comportement est appelé transition ferromagnétique et constitue une particularité intéressante de cet élément.

25 54.938

Mn

Manganese



Le manganèse (Mn)

Le manganèse est souvent utilisé comme élément d'alliage dans l'acier. Il forme avec le fer une solution solide qui améliore la structure cristalline et influence ainsi positivement les propriétés mécaniques de l'acier.

✦ Augmentation de la dureté et de la résistance : le manganèse renforce la structure cristalline de l'acier, ce qui se traduit par une dureté et une résistance accrues.

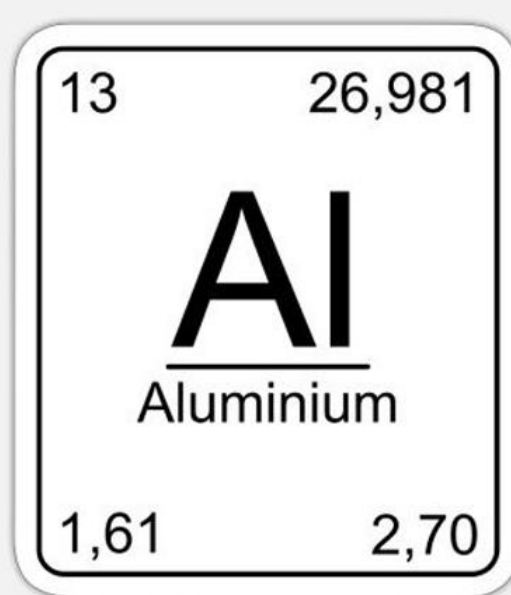
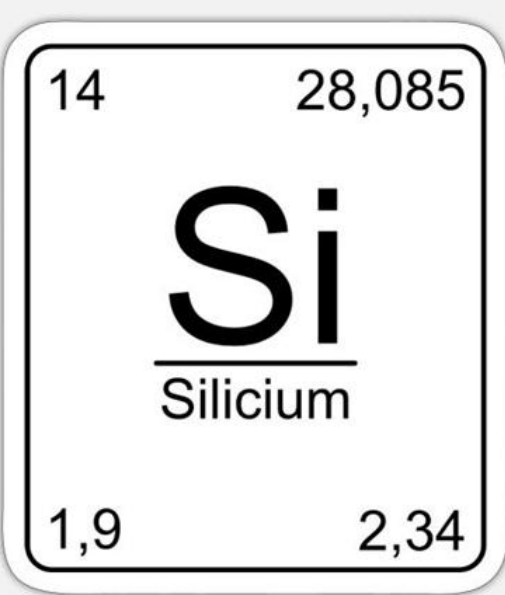
✦ Amélioration de la ténacité : le manganèse contribue à améliorer la ténacité de l'acier, ce qui signifie que l'acier devient plus résistant aux fractures et aux fissures.

✦ Permet le durcissement par précipitation : dans certains aciers, le manganèse peut contribuer au durcissement par précipitation en interagissant avec d'autres éléments comme l'aluminium ou le silicium.

✦ Favorise la formation d'austénite : le manganèse favorise la formation d'austénite, une phase stable dans l'acier, ce qui améliore son aptitude au traitement.

Pour la pause-café ☕

Le nom « manganèse » vient d'un mot utilisé par les mineurs de Saxe au 17^e siècle. Le mot « manganes » était utilisé pour décrire le minerai qui gênait l'extraction d'autres métaux. On pourrait donc dire que le manganèse a reçu son nom en raison de ses propriétés perturbatrices !



Le silicium (Si) et l'aluminium (Al)

Le silicium (Si) est utilisé comme désoxydant dans la production d'acier afin d'éliminer les oxydes indésirables et de favoriser la formation de ferrite*, ce qui améliore la résistance.

L'aluminium (Al) est ajouté pour affiner la taille des grains, ce qui augmente les propriétés mécaniques, notamment la résistance et la ténacité. De plus, l'aluminium augmente la résistance à la calamine** de l'acier.

*  La ferrite est une phase cristalline du fer avec une structure réticulaire cubique centrée sur l'espace qui prédomine dans les alliages de fer à basse température. Cette structure magnétique et relativement molle contribue à la résistance et à la ténacité des alliages d'acier.

**  La résistance à la calamine fait référence à la capacité d'un acier à résister aux contraintes oxydantes et à la formation de calamine (couches d'oxyde). L'ajout d'aluminium dans les alliages d'acier améliore la résistance à la calamine en favorisant la formation de couches d'oxyde d'aluminium protectrices. L'acier devient ainsi plus résistant à la corrosion et à l'oxydation.

Pour la pause-café

Le nom « silicium » vient du mot latin « silex », qui se traduit par « caillou » ou « roche ». Le terme a été inventé au 19e siècle, lorsque l'élément a été découvert et isolé.



Titane (Ti) & niobium (Nb)

Le titane (Ti) et le niobium (Nb) sont utilisés comme éléments d'alliage dans l'acier afin d'améliorer ses propriétés. Ils sont ajoutés aux aciers ferritiques et austénitiques en tant qu'éléments dits de stabilisation.

✦ Le titane augmente la solidité et la résistance à la corrosion, forme des carbures stables et est utilisé dans des environnements à haute température.

✦ Niobium améliore la résistance et la ténacité, forme des carbures fins pour affiner la taille des grains et contribue à la résistance à la corrosion intergranulaire, mais cela entraîne une diminution de l'usinabilité et de la polissabilité.

✦ Les deux éléments optimisent les propriétés mécaniques des alliages d'acier, les rendent plus résistants aux influences corrosives et trouvent des applications dans différents secteurs, dont l'aéronautique et l'aérospatiale.

Pour la pause-café ☕

Le titane tire son nom des titans de la mythologie grecque. Ce que beaucoup ignorent, c'est qu'il existe une allusion humoristique à ce nom lorsqu'il s'agit de l'espace. Les ingénieurs spatiaux désignent souvent les sondes ou les modules en titane comme des « titanautes » - un jeu de mots entre « titane » et « astronautes ». Cela apporte une note décontractée et créative à la désignation des missions spatiales lorsqu'elles explorent la lointaine lune Titan.

Pour la pause déjeuner 🍽️

Le niobium (Nb) a été initialement nommé d'après le personnage grec Niobé, proposé par Heinrich Rose en 1844, mais il a néanmoins été découvert en 1801 par Charles Hatchett sous le nom de « columbium ». Après des années de confusion, l'UICPA s'est mise d'accord en 1949 pour utiliser le nom de niobium et accepter Columbium comme nom synonyme afin de clarifier la situation.



Et la suite ?

Quels sujets métallurgiques t'intéressent ?

Présentés avec une touche d'humour et une bonne dose de savoir-faire technique.

Fais-le savoir à notre spécialiste du contenu, Tobi !

tobias.heer@notz.ch | +41 44 908 32 00



Suivez-nous sur LinkedIn !

À propos de nous

L'expert de l'acier inoxydable avec une gamme complète – Notz Métal SA incarne depuis plus de 125 ans la compétence et la passion pour l'acier inoxydable et les métaux non ferreux. Avec plus de 6'300 produits standards et 15'000 articles, l'entreprise propose l'assortiment le plus diversifié de Suisse. Des usinages individuels, des quantités de livraison flexibles et un conseil personnalisé font de Notz Métal SA un partenaire fiable pour des solutions sur mesure.