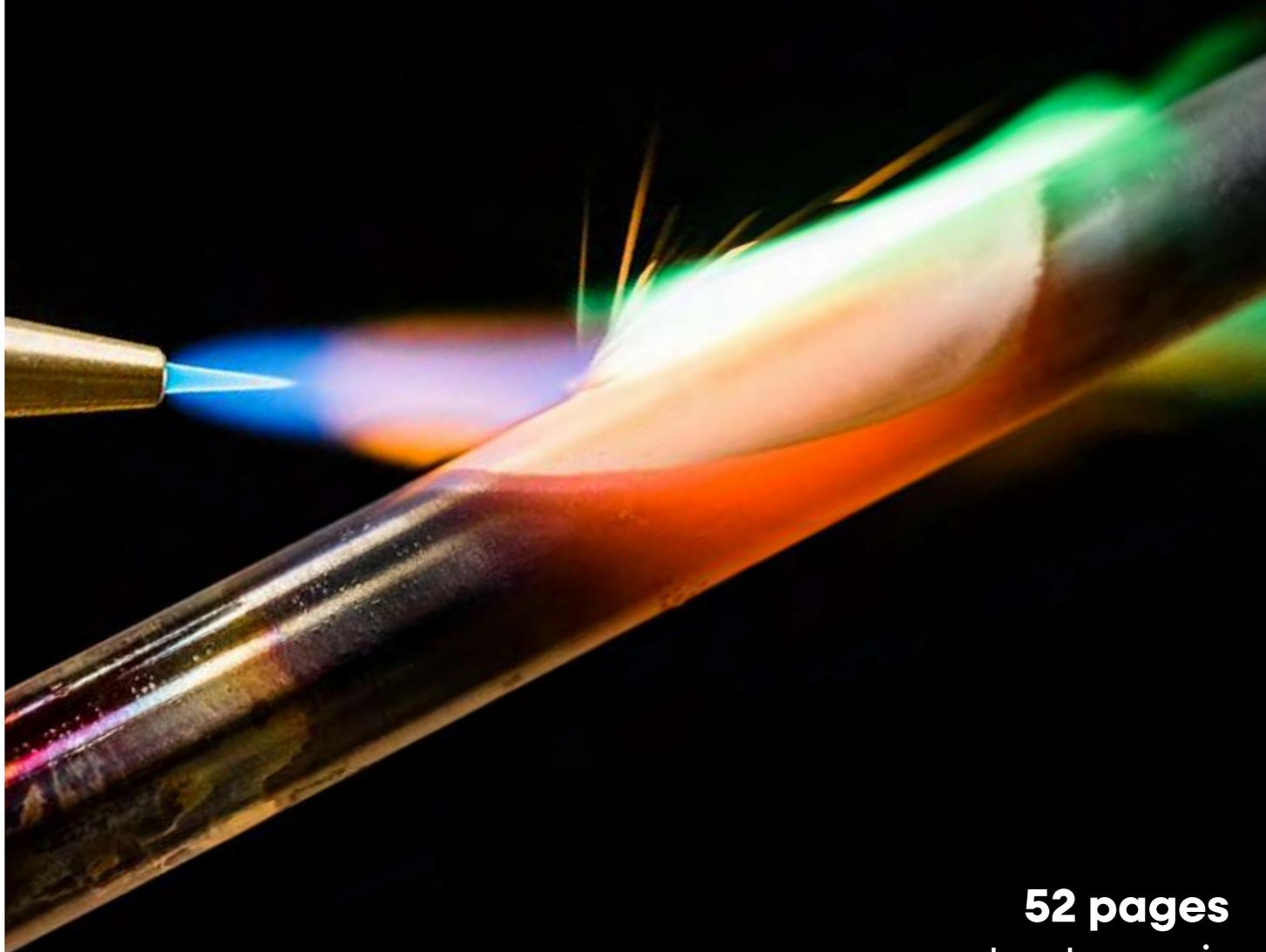


Brasage en industrie

Le guide ultime **2024**



52 pages
pour tout savoir

© Bulane

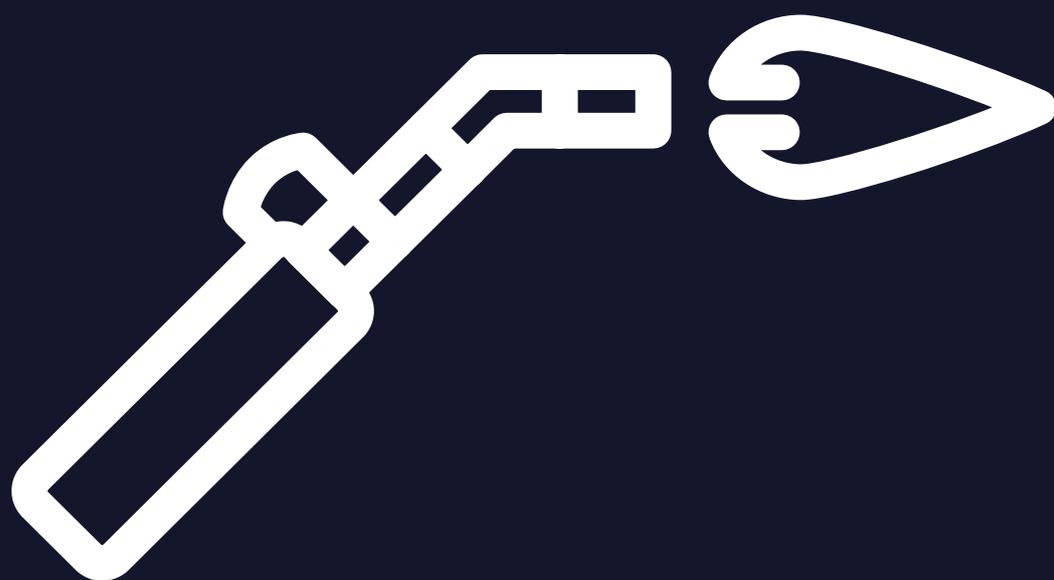


Découvrez notre Livre Blanc sur le Brasage industriel : l'essentiel pour maîtriser et optimiser vos procédés de brasage



Landing page

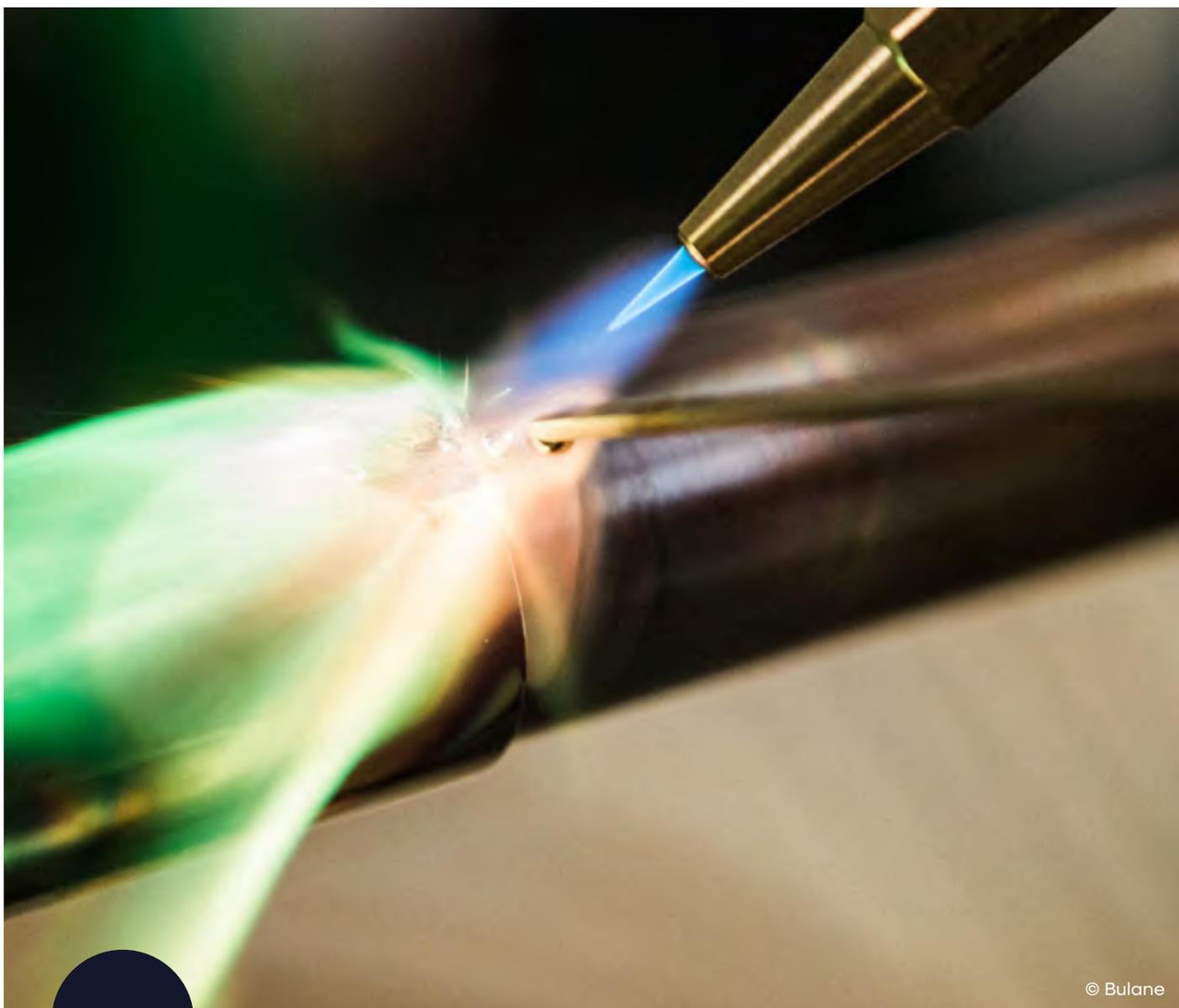




**Le
brasage
en
industrie**

SOMMAIRE

1. Introduction au brasage	5
C'est quoi le brasage ?	6
Quelle différence entre brasage et soudage ?	7
Le brasage, à quoi ça sert ?	9
Quels sont les avantages du brasage ?	10
2. Les fondamentaux du brasage	11
Brasure tendre ou brasure forte ?	12
Quelles sont les techniques de brasage ?	17
3. Matériaux, gaz et flux utilisés dans le brasage	24
Quels métaux est-il possible d'assembler ?	25
Quelle est la composition des métaux d'apport ?	28
Quel gaz utiliser dans le brasage des métaux ?	29
Le flux de brasage, à quoi ça sert ?	31
4. Brasage et industrie	33
Quelles industries utilisent la technique du brasage ?	34
Quelles normes interviennent dans les applications de brasage ?	36
Quelle formation pour un brasseur ?	37
Quelles sont les tendances et innovations en matière de brasage dans l'industrie ?	43



© Bulane

1.

Introduction au brasage

C'est quoi le brasage ?

Le brasage est un procédé d'**assemblage entre deux pièces généralement métalliques** mais pas seulement. Cette technique fait intervenir un métal d'apport porté à fusion afin d'établir une liaison entre les métaux à assembler. Sa particularité est qu'il nécessite une **température de fusion inférieure à celle des matériaux de base**, afin de ne pas les modifier ou les altérer. Ces derniers préservent au mieux leurs propriétés physiques. C'est en effet le joint brasé qui établit **la liaison métallurgique** entre les métaux à assembler, grâce à l'**action capillaire** qui aspire le métal d'apport fondu à l'état liquide. La brasure va former une continuité au niveau atomique entre les deux pièces sans fusion des bords.

Le choix de l'alliage d'apport dépend donc de la température de fusion des matériaux de base, mais aussi de la tenue mécanique exigée par l'utilisation finale de la pièce assemblée. Il obéit aussi à des problématiques de coûts et de disponibilité.

Utilisé depuis l'Antiquité en Égypte, le brasage est employé dans l'industrie pour de multiples applications en raison de sa **capacité à assembler des matériaux très différents**, ses excellentes **propriétés mécaniques**, sa **résistance à la corrosion** ou encore son **rendu esthétique**. Les techniques diffèrent pour obtenir une brasure.



Ne pas confondre :

Soudure et Brasure sont **deux choses bien différentes !**

Quelle différence entre brasage et soudage ?

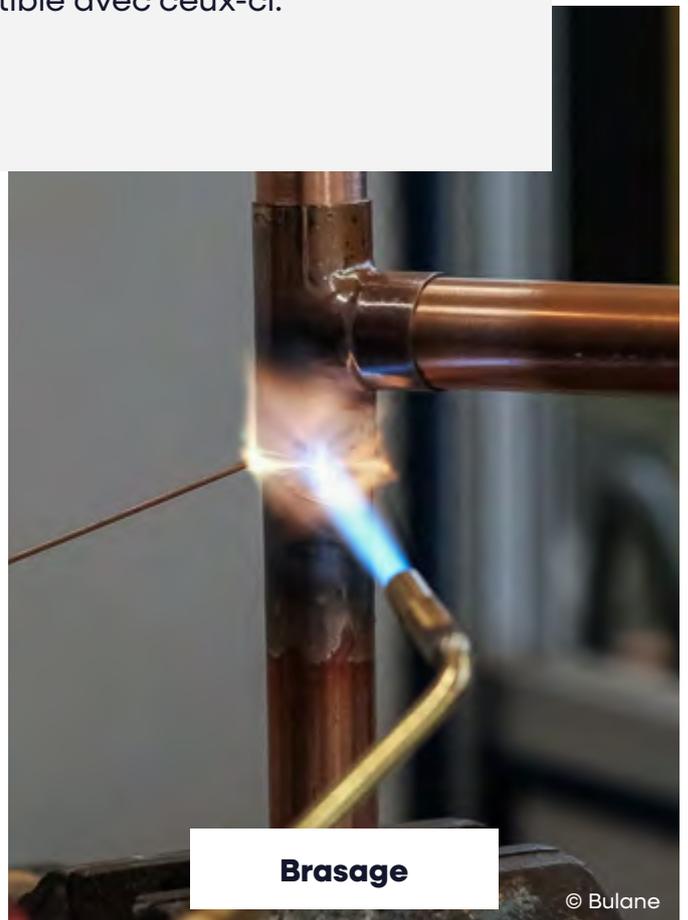
Non, une brasure n'est pas une soudure à froid. Ces deux procédés d'assemblage diffèrent sur un point fondamental : **la manière de relier les matériaux à assembler.** Le brasage fait intervenir un métal d'apport sans faire fondre les matériaux de base, alors que le soudage porte l'ensemble des métaux à fusion pour créer des liaisons atomiques entre elles.

Ce dernier repose sur un mécanisme de dilution, quand le brasage utilise un mécanisme de diffusion pour assurer la continuité métallique.

Tout l'intérêt du brasage est d'**utiliser un métal d'apport dont la température de fusion est inférieure** à celles des matériaux à assembler. Le soudage peut faire intervenir un métal d'apport, mais il doit être d'une composition proche des matériaux à assembler ou en tous cas compatible avec ceux-ci.



Soudage



Brasage

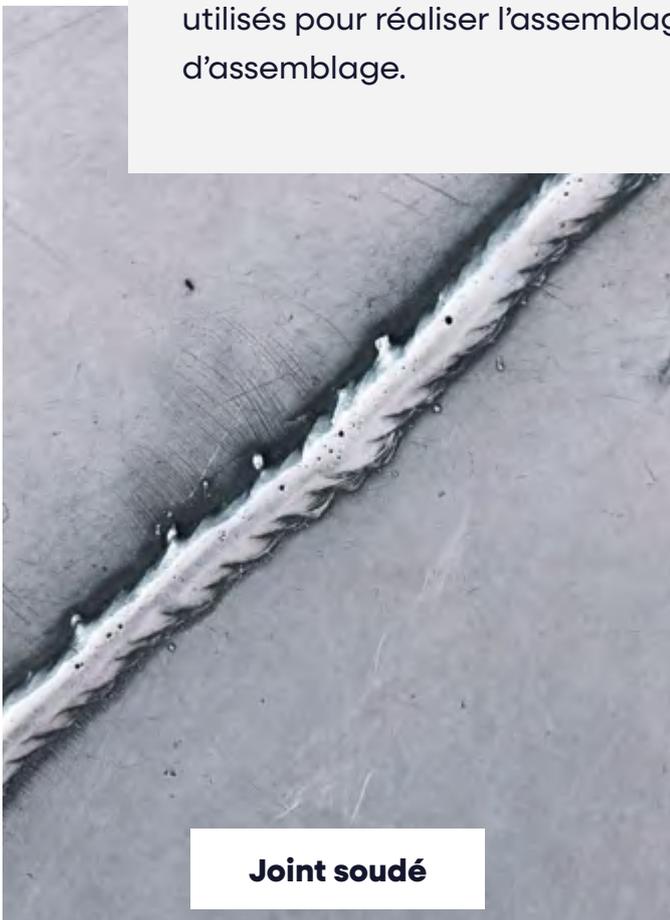
© Bulane

Par ailleurs, le rendu esthétique d'une brasure et d'une soudure est **totallement différent** : le **joint brasé est parfaitement lisse**, au contraire du **joint soudé qui est irrégulier**.

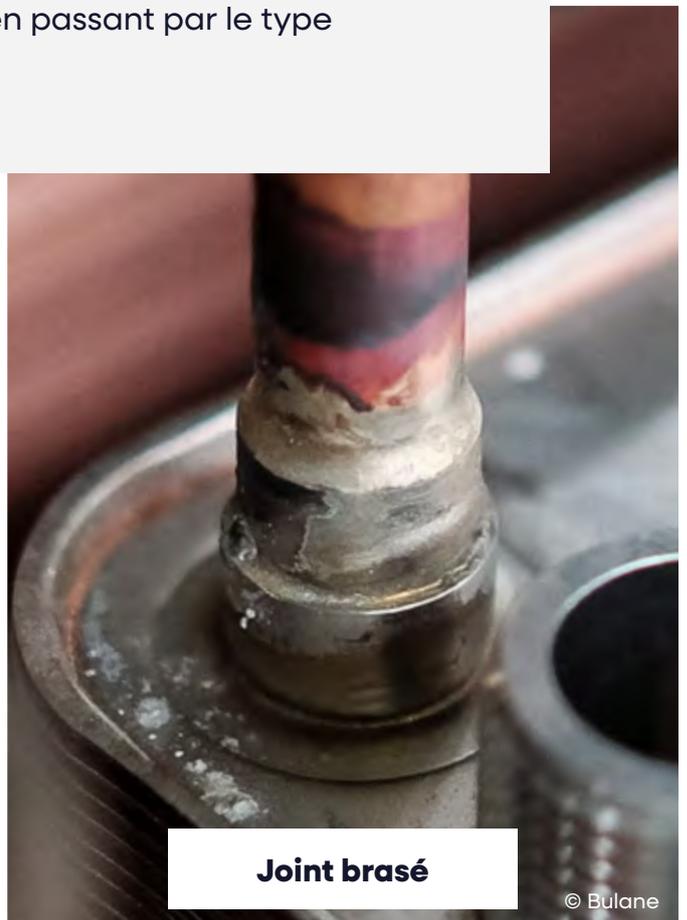
On parle souvent de « cordon » bien visible dans le cas du soudage, alors qu'un joint correctement brasé est souvent très peu visible car intégré dans l'emmanchement. Sans compter l'**absence de distorsion thermique ou de déformation** des métaux avec le brasage, au contraire du soudage qui peut aboutir au gauchissement des pièces assemblées sous l'effet de la chaleur.

Parler de « soudure à froid » pour une brasure revient à pointer une autre différence majeure entre brasage et soudage : la chaleur nécessaire pour assembler des pièces. Le métal d'apport nécessitant une **température moins élevée** pour être porté à fusion, le brasage va demander une **production d'énergie sensiblement réduite** par rapport au soudage.

Au-delà, c'est le **procédé dans son ensemble qui diffère** entre brasage et soudage, de la préparation des pièces, aux outils utilisés pour réaliser l'assemblage en passant par le type d'assemblage.



Joint soudé



Joint brasé

© Bulane

Le brasage, à quoi ça sert ?

1. La technique du brasage est utilisée dans l'industrie pour **assembler des matériaux différents**. Le métal d'apport va, en effet, permettre de relier des alliages métalliques entre eux ou avec des céramiques dont la température de fusion n'est pas la même. Cette technique est **appréciée pour la solidité de l'assemblage, son comportement en fatigue** et plus globalement la **résistance mécanique de la pièce obtenue**. Cette dernière peut subir une forte traction – jusqu'à 600 MPa –, indispensable pour des applications impliquant des phénomènes de vibration, d'élongation, de dilatation ou des efforts de tension mécanique. La **résistance accrue à la corrosion** est une autre caractéristique recherchée.

2. Le procédé du brasage vise généralement à **assembler de façon permanente deux matériaux** même si contrairement au soudage, l'opération est dans nombre de cas **réversible**. Il va préserver leurs propriétés et plus largement leur bon état dimensionnel ou de surface. Avec des températures relativement basses et des métaux à assembler qui ne sont pas portés à fusion, ces derniers ont en effet moins de risques de fissurer, de se déformer, de casser ou de perdre de leurs propriétés mécaniques. Le brasage permet d'assurer une **parfaite étanchéité à l'assemblage** et de **résister à de fortes pressions**.

3. La **notion d'aspect** – primordiale dans le cas de biens de consommation – est un autre facteur dans l'utilisation du brasage, car la brasure **répond à des besoins esthétiques du joint**. Poli, lisse, régulier voire invisible, le cordon créé par brasage relie deux pièces en toute discrétion, **donnant l'illusion d'une parfaite continuité** entre des matériaux différents.



© Bulane

Quels sont les avantages du brasage ?



L'assemblage de métaux différents

Le brasage permet de réaliser des **assemblages hétérogènes** : cuivre avec laiton, acier avec inox, aluminium avec cuivre, métal avec céramique, etc. Des **associations impossibles autrement**, en raison de points de fusion variables ou d'incompatibilité métallurgique.



La résistance mécanique

Selon les caractéristiques du métal d'apport, le joint brasé peut être **plus résistant encore que les matériaux de base**. Sa résistance à la traction peut atteindre jusqu'à 600 MPa, et ainsi faire face aux applications les plus exigeantes.



La simplicité de la mise en œuvre

Le brasage nécessite **peu de matériel et consommables** : un chalumeau, une source d'énergie pour produire la flamme, un métal d'apport et le tour est joué ! L'opération est rapide et le savoir-faire plus simple à assimiler que le soudage.



La durabilité des pièces

Le principe de **la capillarité** crée une liaison métallurgique solide entre les pièces à assembler. Une brasure bien réalisée assure une **continuité métallique sans affecter les propriétés physiques** des matériaux de base.



Le rendu esthétique

Contrairement à une soudure, une brasure se traduit par une **finition lisse et régulière**. L'œil nu ne voit qu'une parfaite continuité entre les métaux assemblés, à l'image par exemple des bijoux.



Un coût réduit

La brasure peut être obtenue à une faible température par rapport à une soudure : **la consommation d'énergie** est donc potentiellement moins importante. Cela en fait un processus d'assemblage de métaux peu cher, qu'il est même possible **d'automatiser** via un traitement par lots.



© Bulane

2.

Les fondamentaux du brasage

Brasure tendre ou brasure forte ?

Selon la **température** à atteindre pour **fondre le métal d'apport**, le procédé de brasage sera qualifié de fort ou de tendre. Chacun possède ses spécificités, ses avantages et ses domaines d'application.

Le brasage tendre



Simple



Précis



Conducteur

On parle de brasage tendre ou faible (soldering) lorsque le point de fusion du métal d'apport est **inférieur à 450°C**. Dans les faits, le point de fusion se situe généralement entre 180 et 250°C pour une brasure tendre. Et cela **limite forcément les métaux d'apport compatibles**. Il s'agit le plus souvent d'un alliage à base d'étain depuis que le plomb a fait l'objet d'une réglementation interdisant son emploi dans les alliages métalliques au-dessus d'un seuil de 0,3 % (0,03 % sous forme poudreuse) depuis 2018. En revanche, le brasage tendre permet d'assembler un **très large panel de matériaux de base**, notamment l'aluminium mais aussi l'or, l'argent, le cuivre, le laiton ou l'acier.

La résistance mécanique d'une brasure tendre est généralement **plus faible** que celle des pièces qu'elle permet d'assembler. Cela limite son utilisation à des applications peu exposées à la contrainte et la fatigue. La chaleur moindre du brasage tendre accentue certains avantages de cette technique : les conditions de travail sont moins contraignantes, les risques **d'exposition aux fumées toxiques moins importants** et la **manipulation plus accessible**. Si la faible température utilise le même mécanisme de capillarité pour relier les matériaux de base, elle permet néanmoins de réaligner les pièces à assembler durant le processus pour réussir la brasure.

A noter : seules les pièces à assembler sont à enduire de décapant avant d'approcher la source de chaleur.

Côté matériel aussi, le brasage tendre est **plus simple à mettre en œuvre**. Une simple lampe à souder peut remplacer un chalumeau, ayant comme avantage d'être plus maniable et donc de **réaliser des joints brasés de précision**. La brasure tendre permet de **conduire l'électricité**, caractéristique qui vaut à ce procédé « basse température » d'être utilisé dans l'électronique.



Le terme de « soudure des composants » est utilisé à tort : nous devrions parler de brasure tendre.

Le dépôt du métal d'apport va permettre d'assembler la broche du composant (CMS ou traversant) au cuivre du circuit imprimé.



Le brasage fort



Robuste



Antichoc



Écarts de
température

On parle de brasage fort ou dur (hard brazing) lorsque le **point de fusion** du métal d'apport est **supérieur à 450°C**. Le brasage fort concerne le plus souvent des alliages qui fondent à **plus de 600°C et jusqu'à 1100°C**, ce qui implique que la température de fusion des matériaux de base dépasse ce seuil. Cela exclut des métaux tel que le zinc, le plomb et l'étain. On retrouve en revanche le zinc avec l'argent, le nickel, le cuivre, le phosphore ou encore l'aluminium en tant que base des alliages utilisés comme métal d'apport d'un brasage fort. Les matériaux de base compatibles avec un brasage fort sont l'**acier et l'acier inoxydable, le cuivre et les alliages de cuivre** (bronze, laiton), **le nickel, la céramique** (carbure de tungstène par exemple dans la lutte contre l'usure), **le titane ou l'aluminium**.

Le matériel permettant d'atteindre une température de fusion supérieure à 450°C sera **un chalumeau mono gaz** (propane ou butane), **bi-gaz** (oxy-acétylène, oxy-propane, oxy-hydrogène ou autre) pour un brasage fort manuel à la flamme.

Le **brasage au four, par induction ou par résistance** permet également de réaliser une brasure forte tout en automatisant le process et en l'intégrant aux lignes de production industrielle.

Lors de la réalisation d'une brasure forte et selon l'application, le **flux décapant** est à épandre également sur le métal d'apport – hormis pour les alliages CuP. Mais la principale caractéristique de ce procédé est la **résistance accrue de l'assemblage**, et cela est dû à la température de chauffe plus élevée. Au-delà de 450°C, les réactions métallurgiques aboutissent à une bien plus forte solidité du joint brasé : sa résistance mécanique (400 à 500 MPa) peut même dépasser celle des matériaux de base. Il est capable d'encaisser des chocs, vibrations et des contraintes sur la durée, ainsi que des écarts de température importants.

Le brasage fort est notamment utilisé pour l'assemblage de **conduites de fluides** (eau et gaz) : tuyauterie, canalisations, échangeurs thermiques, etc.



Le brasage fort est utilisé prioritairement :
dans les industries HVAC et les transports notamment.



C'est quoi le soudo-brasage ?

Le soudo-brasage emprunte au soudage en termes de process et au brasage en termes de mécanisme de diffusion. Cette technique d'assemblage réalise un **joint de proche en proche** de la même manière que le soudage. La différence est qu'elle **n'utilise pas la fusion des bords** des pièces à assembler. Comme pour le brasage, elle fait fondre un **métal d'apport dont le point de fusion est inférieur** à celui des métaux de base.

A l'instar du brasage, le soudo-brasage permet de **lier deux métaux différents** tels que les aciers et les cuivreux. Mais il **ne convient pas** à des matériaux tels que **l'inox ou l'aluminium**. Ce procédé nécessite une température de fusion du métal d'apport **supérieure à 450°C**, mais dans les faits, elle dépasse généralement les 900°C pour former une continuité au niveau atomique entre les métaux à assembler. Ces derniers sont disposés bord à bord ou bout à bout. Le joint soudo-brasé **ne se forme pas par capillarité** comme pour le brasage ou par fusion des matériaux de base comme pour le soudage. La liaison métallurgique est obtenue par **diffusion moléculaire** : le métal d'apport migre vers les pièces assemblées.

Plus rapide, plus facile et plus économique que le soudage autogène, le soudo-brasage se traduit aussi par moins de déformation des métaux de base. L'industrie automobile l'utilise, tout comme la carrosserie métallique, la plomberie ou encore la serrurerie. Il convient tout particulièrement à l'assemblage des aciers de **nuances douteuses ou de soudabilité médiocre**. S'il n'affiche pas la même solidité qu'un joint soudé, un joint soudo-brasé garantit une forte résistance mécanique en plus d'un rendu esthétique très convenable.



Nécessite un métal d'apport
comme pour le brasage



Assemblage bord à bord ou bout à bout
comme pour le soudage



Liaison par diffusion moléculaire
Le métal d'apport migre vers les pièces assemblées

Quelles sont les techniques de brasage ?



Le brasage à la flamme

La flamme est la source de chaleur la plus fréquemment utilisée pour fondre le métal d'apport afin de relier les pièces lors d'une opération de brasage. Elle peut être produite par un **fer à souder, une lampe à souder ou un chalumeau mono-gaz ou bi-gaz.**

La flamme doit être **dirigée sur les pièces** tout au long de l'opération de brasage – et non sur le métal d'apport directement –, à l'emplacement du jeu où la brasure doit pénétrer.

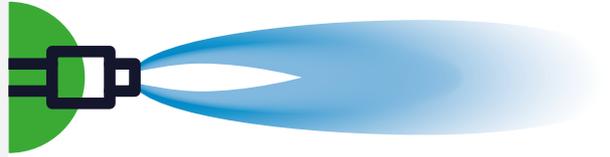
Le cas de figure le plus fréquent en brasage à la flamme est l'utilisation d'un **chalumeau bi-gaz** mélangeant de l'oxygène et du gaz acétylène. La flamme se compose d'un dard, une flamme bleue longue de 3 à 6 cm, entouré d'un panache. L'extrémité du dard est la partie la plus chaude. Avant de chauffer les pièces, le brasseur doit **régler l'arrivée d'oxygène** de l'appareil afin d'obtenir une **flamme homogène, courte et régulière.**

Selon le réglage, la température obtenue sera plus ou moins élevée entre 1750 et 3100°C, et la flamme prendra différentes formes :

Le brasage à la flamme :

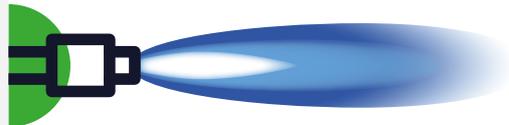
Flamme neutre :

Le dard est **blanc et brillant**, et son **contour très net**. Elle est obtenue avec un **volume égal** d'oxygène et d'acétylène. C'est la plus utilisée en brasage.



Flamme oxydante :

Le panache est **plus bleuté, plus court et plus chaud**. C'est le résultat d'un **débit d'oxygène plus important** que l'acétylène. Elle sera privilégiée dans le **brasage fort** de pièces en laiton ou en cuivre ou le soudo-brasage, afin par exemple d'oxyder le zinc au cours de l'opération pour éviter son évaporation.



Flamme carburante :

Elle s'**allonge** et se double d'un **halo irrégulier**. Moins chaude, elle est obtenue par un **excès d'acétylène**. Elle sera utilisée pour le brasage de l'aluminium notamment, mais aussi du magnésium et du cobalt.



La manipulation de la flamme dépend du type de brasage :

Plus la **température de fusion du métal d'apport est élevée**, plus la **distance entre le dard et la pièce à braser doit être réduite**.

En brasage tendre à 260°C par exemple, il faudra tenir le dard à 50 mm, tandis qu'en brasage fort à 980°C la distance sera de seulement 6mm. Par ailleurs, il est important de **garder la flamme en mouvement** pour ne pas surchauffer une partie de la pièce et risque des déformations. Pour éviter cela, une bonne dextérité est nécessaire pour l'opérateur qui va par exemple effectuer des cercles.

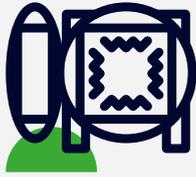


On considère que le niveau de température disponible correspond à **la moitié du niveau de température de la flamme en sortie du chalumeau :**

Un chalumeau produisant une flamme de 3000°C permettra de délivrer une chaleur de 1500°C lors d'une opération de brasage.



© Bulane



Le brasage au four

Cette technique entre dans le cadre d'une **semi-automatisation du processus de brasage dans l'industrie**. Elle est notamment privilégiée lorsque la configuration permet de pré-assembler les pièces à braser, avec le métal d'apport à proximité du joint. Il est possible de traiter les assemblages par lot et donc de gagner en rendement avec un four à passage. La bande de transport va limiter les manipulations et donc les **risques de contraintes et de déformation** lors de la solidification de la brasure. Cette dernière peut d'ailleurs être accélérée par un **processus de refroidissement** qui va renforcer sa **résistance élastique**.

Le four à brasage produit une **chauffe homogène**, ce qui limite grandement le risque de gauchissement des pièces à assembler. Les conditions de température à l'intérieur du four sont contrôlées en continu pour maîtriser la chauffe avec minutie ; on parle de **brasage sous atmosphère contrôlée** (CAB pour Controlled Atmosphere Brazing). Le four de brasage est par ailleurs plébiscité lorsqu'il **garantit une mise sous vide**. L'oxygène est absent de l'atmosphère, ce qui va renforcer l'intégrité mécanique des pièces à assembler grâce à une parfaite propreté. Sans aucune interaction avec l'environnement, le **risque d'oxydation ou de contamination** par les particules est faible et les propriétés physiques des métaux sont ainsi préservées. L'atmosphère sous vide d'un four à brasage permet par ailleurs de **se passer de l'utilisation de flux**.

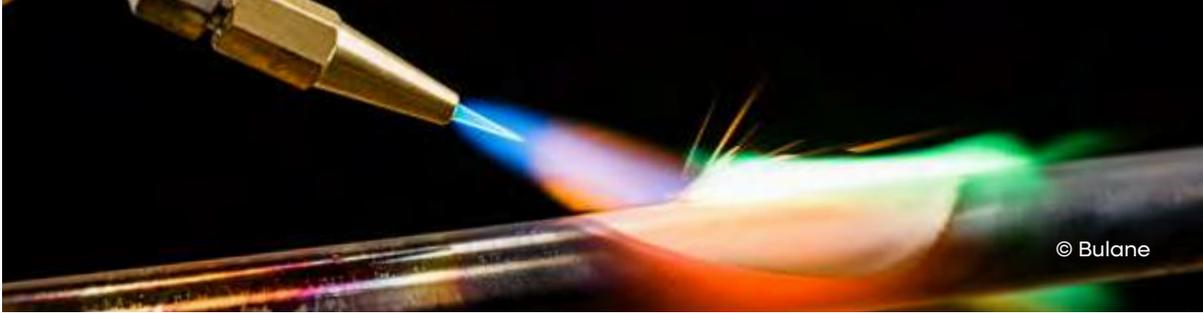


Le brasage par induction

Cette technique utilise un **inducteur** : une bobine d'induction dans laquelle passe un courant alternatif à moyenne ou haute fréquence pour produire un **champ électromagnétique**. Le brasage par induction s'effectue donc **sans contact**, et il s'applique principalement aux **matériaux ferromagnétiques**, car les pièces à braser doivent être composées d'un métal conducteur pour chauffer au passage du courant. C'est aussi possible sur le cuivre et l'aluminium avec un rendement inférieur. Avec cette méthode, le **temps de chauffage est réduit** car la montée en température est très rapide. Il est possible de cibler très précisément la zone de la pièce à chauffer.

A l'instar du brasage au four, l'induction peut s'insérer dans un appareil **sous vide et sous atmosphère contrôlée**. Cette technique permet une **grande reproductibilité** grâce à la précision des réglages et l'automatisation des tâches, afin d'industrialiser le processus du brasage.

Le brasage par induction possède un autre avantage : une **sécurité** accrue en raison de l'absence de flamme et de four chaud. La chaleur localisée est par ailleurs source d'économie d'énergie : 100 % de l'électricité produite pour chauffer les pièces est utilisée. C'est pour ces raisons qu'il est particulièrement pertinent en milieu **industriel** pour le traitement de pièces en série.



© Bulane

Quels principes physiques interviennent dans le brasage ?

1. Le mouillage

Ce phénomène se produit en amont de la remontée capillaire. Il désigne l'**étalement du métal d'apport en fusion à la surface des pièces à assembler** lors du processus de brasage. Un bon mouillage est donc nécessaire pour que l'action capillaire puisse se déclencher dans les meilleures conditions afin de réaliser la brasure. Le métal d'apport fondu doit pour cela **s'étaler entièrement** et afficher un angle de contact nul. S'il se rétracte sous forme de boule à l'instar d'une goutte d'eau, on parlera d'un mouillage partiel. Au-delà d'un angle de contact de 60°, la brasure ne pourra pas se réaliser en raison d'un mouillage insuffisant.

Le mouillage dépend de plusieurs facteurs :

- La **nature de la brasure et du métal de base**
- La **propreté des pièces** sur lesquelles il doit s'étaler
- La **température de chauffe**
- La **quantité et l'adéquation de flux de brasage.**



L'utilisation d'un flux décapant favorise un bon mouillage en éliminant les oxydes à la surface des pièces et en diminuant leur tension superficielle.

2. La diffusion

Ce phénomène de transport s'observe lorsque des atomes du métal d'apport migrent vers les pièces à assembler sous l'effet de l'**agitation thermique**. En matière de brasage, on parle même d'interdiffusion, car la zone assurant la liaison entre les matériaux de base voit se former un alliage avec le métal d'apport.

Le brasage-diffusion des métaux est une alternative au brasage par capillarité : il s'opère sur une **durée plus longue, à une haute température** (1050 à 1220°C), porte le **métal d'apport à l'état liquide** et voit la brasure se former sous l'effet d'un mécanisme de solidification isotherme.

3. La capillarité

Ce phénomène d'interaction se produit lorsque **le jeu de brasage aspire le métal d'apport fondu** pour former le joint brasé. On l'appelle aussi l'action capillaire. Elle se déclenche sous l'effet de la chaleur : le métal liquide se répand de lui-même entre les surfaces des matériaux de base à assembler pour créer une liaison métallique. Mais l'attraction capillaire nécessite un **jeu adapté entre les pièces** pour fonctionner. Le jeu de brasage doit être suffisamment étroit pour favoriser la remontée capillaire, avec une largeur optimale située entre 0,05 et 0,25mm. Avec un écartement trop prononcé, le joint brasé manquera de métal d'apport et sera donc susceptible de fissurer. De même, une viscosité importante du métal d'apport nécessitera d'augmenter le jeu pour garantir son écoulement. La surface doit par ailleurs être **parfaitement nettoyée** pour permettre au métal d'apport fondu de créer une liaison, une affinité chimique.



© Bulane



© Selectarc

3. Matériaux, gaz et flux utilisés dans le brasage

Quels métaux est-il possible d'assembler ?

Contrairement au soudage, le brasage permet d'assembler des **matériaux hétérogènes dont le point de fusion est différent**. Cela concerne généralement des métaux ferreux et non ferreux, mais aussi des non-métaux.

Le cuivre

Ce métal est largement utilisé pour de multiples applications : les **tubes et raccords en plomberie, chauffage et climatisation** pour sa durabilité, **les pièces usinées** pour les industries des transports en raison de sa forte résistance aux vibrations, ou encore dans la fabrication des **composants électroniques et des circuits électriques** en raison de son excellente conductivité. Les alliages de cuivre – les cupro-alliages – recouvrent principalement le laiton (cuivre-zinc) et le bronze (cuivre-étain). Ils sont appréciés pour leur **résistance à la corrosion**.

L'acier

A l'instar de la fonte, c'est un **alliage de fer et de carbone**. Sa teneur en carbone, inférieure à 2 % en masse, renforce sa solidité et en fait un **matériau incontournable dans l'usage industriel**. L'acier est réputé pour résister aux déformations, aux efforts et à la fatigue. Ses avantages sont également son **faible coût** et son caractère **recyclable**.

L'inox

Aussi appelé acier inoxydable, cet **alliage de fer et de carbone** comporte moins de 1,2 % de carbone et plus de 10,5 % de chrome en masse. C'est cette couche d'oxyde de chrome qui le rend inoxydable ; grâce à cela, **l'inox ne rouille pas**. A l'instar de l'acier, il est recyclable, résiste aux chocs et aux écarts de température, et il fait preuve d'une grande durabilité. Il est aussi esthétique et **hygiénique** en limitant la prolifération de micro-organismes, ce qui lui vaut des applications dans **le transport de marchandises** ou encore dans **la chimie industrielle**.



L'aluminium

Troisième élément le plus abondant sur terre, ce métal pauvre et mou **combine solidité et légèreté**. Il est durable, esthétique, recyclable, conducteur et résistant à l'oxydation. L'aluminium est particulièrement utilisé dans **la construction et les industries des transports**.



Le zinc

Ce métal brillant est un composé naturel de la croûte terrestre et un oligo-élément, ce qui en fait un **matériau recyclable**. On le retrouve comme composé d'alliages cuivreux avec le laiton ou le bronze pour son caractère ductile et malléable. Il est souvent associé à l'acier pour **protéger la tôle dans l'industrie automobile**. Le zinc est également largement **utilisé dans la construction pour sa résistance à la corrosion**.



La céramique

Ce matériau **non-métallique** est composé de terre cuite à l'exception de l'alumine, obtenu par extraction du minerai de bauxite. **Non-conducteur**, il est utilisé comme **isolant thermique et électrique**. La céramique est réputée pour offrir une haute résistance à la chaleur, à la corrosion, à l'usure et aux contraintes mécaniques. Sa faible porosité ainsi que ses propriétés antibactériennes et anti-allergiques en font un matériau plébiscité dans des applications sensibles à l'**hygiène**.



Les métaux précieux

L'or, l'argent, le platine, le palladium ou encore le diamant sont brasés dans l'univers de la bijouterie, joaillerie, orfèvrerie et horlogerie pour leurs **qualités esthétiques**, mais pas seulement. D'autres secteurs industriels utilisent ces métaux précieux pour leurs **propriétés de conduction** et leur **faible oxydation**.



Points de fusion des métaux brasés



Aluminium

658°C

Métal de base : adapté au processus de brasage tendre



Cuivre

1083°C

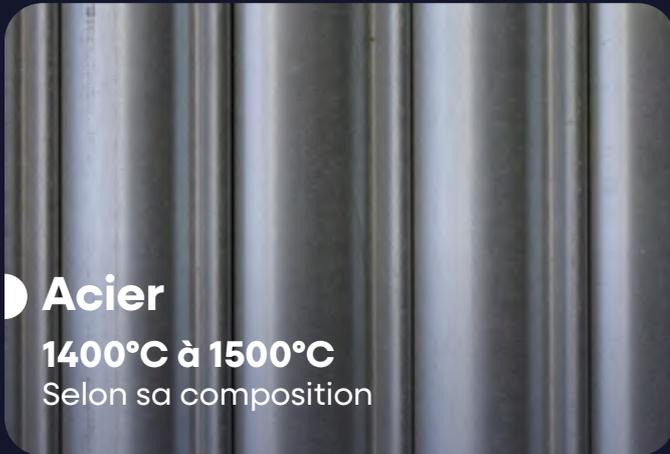
Alliages de cuivre :
entre 880 et 1240°C.



Zinc

419°C

Destiné au brasage
tendre



Acier

1400°C à 1500°C

Selon sa composition



Céramique

1700°C

Point de fusion très élevé



Inox

1420°C



Métaux précieux

Argent : **1420°C**

Palladium : **1554°C**

Or : **1064°C**

Diamant : **3550°C**

Quelle est la composition des métaux

d'apport ?

Présenté sous forme d'une baguette, d'un fil nu ou fourré ou d'une pâte, le métal d'apport **joue un rôle crucial dans le brasage**, car c'est lui qui va remplir le joint brasé assurant le lien entre les pièces à assembler. Pour cela, il est fondu à l'état liquide lors de la phase de chauffage, avant de se propager entre les surfaces par capillarité. Son **point de fusion** doit donc être **inférieur à celui des pièces à assembler**. Mais ce n'est pas le seul critère à prendre en compte dans le choix du métal d'apport. Sa composition doit aussi être en fonction des matériaux à assembler et de leur épaisseur, ainsi que du milieu d'utilisation de l'assemblage (corrosion, sollicitations mécaniques, etc.) ou encore du rendu esthétique – notamment au niveau de la couleur. La fluidité et la mouillabilité du métal d'apport dépendent de la **composition de son alliage**.

En brasage tendre – sous une température de fusion de 450°C–, le métal d'apport est généralement un alliage **à base d'étain**. Le point de fusion de ce métal qui compose le bronze est de seulement 232°C.

En brasage fort – au-delà de 450°C–, le métal d'apport peut mélanger **cuivre, cuivre phosphore, argent, zinc, laiton et aluminium** selon les propriétés recherchées. Le cuivre phosphore affiche un intervalle de fusion entre 710 et 820°C, le laiton un point de fusion de 980°C, soit en deçà du cuivre pur.

Plus l'assemblage nécessite des caractéristiques mécaniques, plus la composition du métal d'apport **monte dans la gamme des alliages précieux**. L'argent va apporter de la fluidité au métal d'apport grâce à son fort pouvoir mouillant et capillaire, et donc une mise en œuvre plus aisée. Il bonifie également la conductibilité électrique et thermique, et abaisse le point de fusion. Une baguette cupro-phosphore contenant 6 % d'argent entrera en fusion à environ 725°C, et ce chiffre s'abaissera à 630°C avec une teneur en argent portée à 40 %. Mais l'argent fait **monter le coût** du métal d'apport, ce qui explique qu'il soit **réservé aux usages les plus exigeants** comme la tuyauterie gaz. On trouve de l'argent dans une brasure ternaire (avec du cuivre et du zinc) ou quaternaire (avec de l'étain en plus).

Le nickel apporte quant à lui de la **solidité au joint brasé**, tandis que l'étain **le rend plus malléable**.



Quel gaz utiliser dans le brasage

des métaux ?

Dans le cadre du brasage à la flamme, cette dernière est produite par la **combinaison d'un gaz combustible et d'un gaz comburant** –l'oxygène principalement– pour améliorer la combustion. Une installation comportera donc **une ou deux bouteilles de gaz liquide**, selon qu'elle inclut une bouteille d'oxygène ou qu'elle utilise l'oxygène contenu dans l'air. Plusieurs gaz sont utilisés en brasage :

Acétylène C_2H_2

Ce **gaz de synthèse** issu de la réaction du carbure de calcium avec l'eau est **le plus utilisé en brasage**, en raison de sa grande puissance, qui permet une montée en chauffe rapide et donc un **gain de temps**. La flamme oxyacétylénique va également permettre de chauffer une zone bien définie, ce qui **limite le risque de déformation** des pièces à assembler.

🔥 **Température de combustion oxyacétylène : 3 100°C** (2 400°C en aéro-acétylène)

Propane C_3H_8

Issu de la purification du gaz naturel ou de la séparation des gaz de pétrole liquéfiés, le **gaz propane** est l'alternative à l'acétylène la plus facile à se procurer. **Moins coûteux et moins polluant**, il est aussi **plus résistant au froid** puisqu'on peut l'utiliser jusqu'à -44°C ! Il est privilégié dans le **froid industriel** car il permet une meilleure maîtrise de la chauffe.

🔥 **Température de combustion oxypropane : 2 830°C** (1 980°C en aéro-propane)

Propylène C_3H_6

Présent dans le gaz de ville, le **gaz propylène** (ou propène) est un mélange à la fois **plus propre et plus économique**. Ce gaz de synthèse réduit le risque de retour de flamme grâce à sa **plus grande stabilité** par rapport à l'acétylène. Sa pression en gaz est par ailleurs inférieure au propane, ce qui permet de **réduire le volume à utiliser** lors d'une opération de brasage.

🔥 **Température de combustion oxypropylène : 2 870°C**

Butane C_4H_{10}

Issu comme le propane des GPL, le gaz butane présente l'inconvénient d'entrer en ébullition à 0°C. Son **utilisation en extérieur est donc généralement proscrite**. Sa pression est inférieure au propane. Son odeur caractéristique permet de le déceler très facilement.

🔥 **Température de combustion oxybutane : 1 850°C**

Gaz naturel CH_4

Aussi appelé gaz de ville en raison de sa distribution par le réseau GRDF, le gaz naturel est composé d'hydrocarbures gazeux constitués principalement de méthane, mais aussi d'éthane, de propane et de butane. Il **offre des performances calorifiques intéressantes** :

🔥 **Température de combustion oxygaz naturel : 2 730°C**
(1 750°C en aéro-gaz naturel)

Hydrogène H_2

L'hydrogène est **l'élément chimique le plus abondant et le plus léger** de notre univers ! Disponible de manière marginale à l'état naturel, le gaz hydrogène peut être produit

à partir d'hydrocarbures mais aussi grâce à **l'électrolyse de l'eau** ; l'appareil décompose une molécule d'eau (H_2O) en hydrogène (H_2) et en oxygène (O) grâce au courant électrique. Ce dernier procédé abouti à l'hydrogène vert lorsque l'électricité provient d'énergies renouvelables, jaune ou rose lorsque l'électricité provient de l'énergie nucléaire. On parle aussi d'**hydrogène bas-carbone, car l'électrolyse de l'eau est un procédé de fabrication décarboné** contrairement à l'utilisation d'énergies fossiles qui émettent 10 kg de gaz à effet de serre pour produire 1 kg de gaz hydrogène.

La flamme oxyhydrique atteint une **température de combustion de 2 800°C**. Elle est réputée **neutre et conductrice**.

🔥 **Température de combustion oxyhybride : 2 800°C**

Flamme neutre

Flamme conductrice

Le flux de brasage, à quoi ça sert ?

Le flux qualifie le décapant, produit utilisé en amont de la flamme pour rendre les pièces aptes au brasage. Le flux de brasage joue un rôle de **préparation de la surface** avant brasage, afin d'augmenter la tension de surface et réduire les oxydes.

Concrètement, il va :

- **Protéger de l'oxygène et de l'oxydation** pendant l'opération de brasage à haute température ;
- **Favoriser le mouillage** qui va permettre une parfaite capillarité du métal d'apport sur les pièces à assembler, en générant une forme d'attraction de l'alliage au sein du joint à braser.

Le flux de brasage **limite l'évaporation des éléments** (phosphore, zinc) et agit également comme un **indicateur de température** pour l'opérateur.

Indispensable à toute opération de brasage, le décapant va préparer les surfaces à braser via la dissolution ou l'absorption des oxydes et impuretés (graisse, calamine) qui peuvent être présents sur les pièces ou qui vont se former sous l'effet de la chaleur. Il va aussi **protéger les pièces d'une surchauffe** et donc **réduire le risque de déformation**.

Le flux de brasage se présente sous la forme d'une poudre, d'une pâte, d'un gel, ou d'un liquide, et peut contenir des corps gras ou des acides.

Le choix du flux de brasage dépend du métal d'apport. À l'état liquide, le décapant devra être enduit sur les pièces à assembler. Sous forme de pâte ou de gel visqueux, il se dépose sur les pièces à l'aide d'un pinceau. Lorsque le produit décapant est en poudre, la baguette doit être plongée dans le pot après avoir été chauffée. Dans certains cas, la baguette intègre déjà le flux. Le métal d'apport composé d'un alliage avec phosphore est quant à lui auto-décapant : il ne nécessite pas de flux lorsqu'il est utilisé avec des pièces en cuivre à assembler.



Que devient le flux après brasage ?

Il se dissipe généralement par rinçage à l'eau chaude ou mécaniquement.

Les différents types de flux de brasage



Pâte



Poudre



Liquide



Gel



4.

Brasage et industrie

Quelles industries utilisent la technique du brasage ?

Plusieurs secteurs industriels incluent le brasage dans leurs process :



HVAC (heating, ventilation and air-conditioning) : Chez les fournisseurs d'équipements de chauffage, ventilation et climatisation, le brasage permet par exemple d'**assembler des circuits frigorifiques ou d'emboîter des tuyaux en cuivre**. On retrouve également cette pratique dans la plomberie sanitaire pour **les installations** (eau chaude / eau froide) **et la tuyauterie gaz**.



Les industries des transports (aéronautique, aérospatiale, ferroviaire, navale, automobile, etc.). Cela concerne notamment les **moteurs électriques, alternateurs, échangeurs thermiques en aluminium ou cuivre brasés**, afin de faire circuler les fluides, mais aussi les **radiateurs, systèmes de freinage** ou encore **direction assistée**.



Le **matériel agricole** dédié au travail des sols et **les véhicules de transport dans l'industrie minérale** (carrières, cimenterie, mines) sont également consommateurs de pièces brasées.



Le secteur des énergies renouvelables sont consommatrices de brasage lors de la **construction des panneaux et chauffe-eaux solaires** ainsi que des **éoliennes**.



Les professionnels de la bijouterie, joaillerie, orfèvrerie et horlogerie.

Le brasage permet d'**ajouter des composants sans détruire les autres pièces**, tout en préservant le rendu esthétique de la création (bague, montre, etc).



Les fabricants de composants électroniques et de matériel électrique.

Le brasage intervient dans l'**assemblage des cartes électroniques** après le montage des composants sur les circuits imprimés, mais aussi dans le **contact électrique** lors de la fabrication d'équipements tels que le disjoncteur ou l'interrupteur. Il est également employé dans la **fabrication des groupes électrogènes.**



Quelles normes interviennent dans les applications de brasage ?

Les normes ISO qui encadrent les procédures et méthodologies en matière de brasage sont issues de celles régissant le soudage. **Il en existe principalement deux** dont la certification peut être exigée par les donneurs d'ordre dans l'industrie.



NF EN 13585 : la qualification du brasseur

La norme NF EN 13585 « définit les exigences de base relatives aux **essais de qualification des brasseurs** et des opérateurs brasseurs en brasage fort, et indique les **conditions applicables pour le brasage fort**, les essais, les contrôles, les critères d'acceptation et le domaine de validité des certificats ». Concrètement, il s'agit de la norme qui qualifie :

- **Le brasseur** (la personne qui tient et guide manuellement le dispositif de chauffage de la zone à braser)
- **Et l'opérateur brasseur** (la personne préparant les assemblages et réglant l'équipement de brasage et qui a ainsi une influence directe sur la qualité de l'assemblage brasé).

Cette norme fixe le cadre de la qualification des professionnels du brasage. Elle permet notamment d'**approuver sa maîtrise du réglage de la flamme et du choix de la buse**, sa **connaissance de la technique de chauffage** en fonction des métaux de base et de la géométrie de la pièce à assembler, et son **habileté gestuelle dans l'exécution des brasures**.



NF EN 13134 : la qualification du mode opératoire

La norme NF EN 13134 « spécifie les règles générales pour le **descriptif et la qualification de modes opératoires de brasage fort** ». Cela englobe **les modes opératoires d'essai et les assemblages de qualification**. On parle d'ailleurs de Qualification du Mode Opératoire de Brasage (QMOB). Il s'agit d'un document technique préparatoire détaillant **les étapes du brasage d'une pièce**. Il contient un cahier des charges à respecter (matériel, gaz, type d'assemblage, métal de base, métal d'apport, etc.) et les procédures à suivre (dégraissage, température de fusion, etc.) pour atteindre le résultat attendu. Il va permettre à l'auditeur d'un organisme habilité de **valider le processus de brasage en amont** de sa réalisation, en s'appuyant notamment sur les résultats des essais non destructifs et des essais mécaniques. **Le QMOB valide la qualité de la pièce brasée, notamment lorsqu'un contrôle visuel ne permet pas d'en avoir la certitude**.

D'autres normes s'appliquent dans l'univers du brasage :

ISO 857-2
fournit les termes relatifs aux procédés de brasage tendre et de brasage fort

ISO 17672
spécifie les gammes de composition des métaux d'apport utilisés pour le brasage fort

ISO 18279
classifie les défauts dans les assemblages réalisés par brasage fort

NF EN 12797
décrit les procédures d'essais destructifs des assemblages réalisés par brasage fort

NF EN 12799
décrit les procédures de contrôles non destructifs des assemblages réalisés par brasage fort

Quelle formation pour un braseur ?

La réglementation impose aux braseurs **d'être certifiés selon la norme NF EN 13585 pour pouvoir exercer**. Cette certification est **valable trois ans**, et son examen intervient généralement à l'issue d'un parcours de formation :

- Après d'un organisme privé de formation,
- En interne au sein d'une entreprise.

Son financement peut être prise en charge par l'employeur ou via le Compte Personnel de Formation.

Il n'existe pas de prérequis quant au profil des candidats à la certification de braseur. Néanmoins, **une formation de technicien en chaudronnerie est un vrai plus**. Les soudeurs notamment disposent déjà des connaissances en matériaux, métallurgie et de leur usage.



Quels EPI pour un braseur ?

Le brasage à la flamme présente **plusieurs risques** pour les personnes qui manipulent le chalumeau et les pièces à assembler :



L'exposition aux fumées de brasage. Les vapeurs dégagées peuvent comporter des monoxydes de carbone, des composés organiques volatils et différents acides. Elles sont **nocives pour la santé** car elles s'attaquent aux voies respiratoires des opérateurs lorsqu'elles sont inhalées, et notamment la région alvéolaire.

Les conséquences : fièvre des métaux, pneumopathie aiguë, asthme, bronchite, sidérose, atteintes pulmonaires et rénales et même cancer du poumon.



Des lésions oculaires provoquées par le rayonnement ultraviolet et infrarouge et les projections de particules.



Des brûlures cutanées à cause des retours de flamme et des étincelles, des particules projetées, de la chaleur dégagée ou d'une électrocution.



Des troubles musculosquelettiques (TMS) en raison de postures contraignantes, des mouvements répétitifs et du poids des objets à manipuler (chalumeau, bouteille de gaz, pièces métalliques, etc.).

L'aération du poste de travail est encadrée par le Code du travail. Le captage des fumées de brasage **nécessite la mise en place d'un dispositif de ventilation sur le poste de travail** afin de les aspirer au plus près de la source d'émission. Il peut s'agir d'une torche ou d'une hotte aspirante par exemple. Un système de compensation d'air de la ventilation générale doit venir en complément. À défaut, le braseur doit être **équipé d'un appareil de protection respiratoire filtrant**. À condition que l'opération de brasage soit courte ou exceptionnelle.

Pour se prémunir des autres risques, l'opérateur de brasage dispose d'**équipements de protection individuelle (EPI)** faisant l'objet de recommandations de la part de la CNAMTS et des Carsat :



Une protection du visage pour **éviter les radiations, étincelles et projections** (casque avec visière et/ou lunettes)



Un vêtement de travail pour **protéger contre le risque thermique** (combinaison ou tablier ignifugé), a minima des vêtements en coton plutôt que synthétiques.



Une **protection des mains contre les risques thermiques, mécaniques et électriques** (gants)



Des chaussures de sécurité face aux **risques mécaniques, de chocs et d'écrasement.**

Comment contrôler la qualité d'une brasure

dans l'industrie ?

Le Contrôle Qualité (CQ) est une étape essentielle dans l'industrie: il va permettre de **déterminer la bonne conformité des pièces produites** selon les exigences et spécifications du cahier des charges. Il peut s'appliquer **lors du processus de brasage ou à l'examen des pièces** après l'opération effectuée. Le contrôle qualité va ainsi permettre de corriger les défauts identifiés et plus largement d'éviter la production de pièces défectueuses, aussi bien pour des raisons de sécurité que d'économies. Une **brasure mal réalisée** peut en effet entraîner des conséquences désastreuses avec **des risques de fuite** (canalisation), **d'accident** (liaison métallique) **ou d'incendie** (circuit imprimé). La reprise d'une brasure ou la destruction d'une pièce mal brasée représentent par ailleurs **un coût pour le fabricant**, et un préjudice pour son image de marque.

Le Contrôle Qualité peut être **réglementaire ou exigé contractuellement** par le donneur d'ordre. Il se réfère aux normes, directives et codes de constructions internationaux (ISO), européens (EN) et nationaux (NF). Un fabricant doit détenir en amont la **QMOB** (Qualification du Mode Opérateur de Brasage) correspondant à l'opération de brasage à réaliser, **ainsi qu'une Qualification Brasseur** (QB). Il démontre ainsi sa capacité à fournir des pièces fiables, solides et fonctionnelles selon les spécifications demandées. La délivrance du QMOB est assurée par un organisme tiers.

Comprendre les acronymes :

CQ

Contrôle
Qualité

ISO

Normes,
directives
et codes de
constructions
internationaux

EN

Normes,
directives
et codes de
constructions
européens

NF

Normes,
directives
et codes de
constructions
nationaux

QMOB

Qualification du Mode
Opérateur de Brasage

DMOB

Descriptif du Mode
Opérateur de Brasage



Avant l'opération, le fabricant doit par ailleurs rédiger un cahier de brasage, un document technique préparatoire comportant le **Descriptif du Mode Opératoire de Brasage (DMOB)** détaillant la brasure à effectuer (brasage fort ou tendre, technique de brasage, composition du métal d'apport, préparation des pièces, température et type de flamme, etc.). Le contrôle qualité revient à **s'assurer que ces instructions sont scrupuleusement respectées.**

Selon la norme de conformité et l'accord entre le donneur d'ordre et le fabricant, le contrôle qualité d'une brasure peut être effectué en **interne** par l'entreprise ou délégué à un organisme de contrôle **externe**, qui fera office de tiers de confiance. **En interne**, cette mission revient au brasseur, au responsable de l'atelier brasage ou au responsable qualité du site industriel, généralement un ingénieur maîtrisant les référentiels réglementaires et normatifs. **En externe**, elle est confiée à un expert spécialisé dans le management de la qualité certifié ISO 9001.

Il existe deux types de contrôles de la qualité d'une brasure à posteriori :



Le Contrôle Destructif

Il consiste à **tester la résistance d'une brasure jusqu'à la rupture**. La pièce brasée peut être soumise à :

Un essai de **traction**, un essai de **flexion**, un essai de **résilience**, un essai de **fracture**, un essai de **fatigue**, un essai de **rupture**.

Le Contrôle Destructif permet de s'assurer que la résistance de la brasure respecte les seuils correspondants à la norme en vigueur. Le CD est utilisé sur un échantillon dans le cadre d'une brasure produite en série.



Le Contrôle Non Destructif

Il s'agit d'un examen permettant de vérifier la qualité de la brasure **sans risquer de corrompre la pièce contrôlée**. L'examen visuel ne permettant pas de vérifier la bonne diffusion du métal d'apport, d'autres méthodes lui seront préférées :

- **L'essai d'étanchéité** pour s'assurer qu'aucun défaut ne permet le passage d'un fluide gazeux ou liquide. Pour cela, l'assemblage peut être pressurisé puis immergé, soumis à une variation de pression ou à un colorant de traçage et de détection de fuite.
- **Le contrôle radiographique**. La soumission de la brasure à des rayons X peut révéler un manque de matière lorsque le film radiographique placé du côté opposé **permet d'observer une variation de la densité optique à l'endroit du défaut**.
- **Le contrôle par ultrasons**. L'émission d'une onde sonore sera réfléchiée par la pièce en cas de présence d'un **défaut volumique**.

Le CND est privilégié pour une **pièce à haute valeur ajoutée**, lorsque le coût de l'assemblage ne justifie pas sa destruction. Le type de contrôle qualité à effectuer sur une brasure est préconisé ou imposé par la norme correspondante.

Quelles sont les tendances et innovations

en matière de brasage dans l'industrie ?

Dans un contexte de tension sur les coûts et de pression réglementaire pour le verdissement de l'industrie, **des technologies et des procédures plus économes et plus vertueuses émergent.**

Plusieurs innovations dans le domaine du brasage vont dans ce sens et sont en voie de démocratisation.



L'optimisation du processus, un enjeu économique et environnemental

L'optimisation du processus de production est une quête perpétuelle dans l'industrie, et le brasage n'échappe pas à cet impératif. Plusieurs objectifs peuvent être poursuivis :

- **Réduire les temps de cycle** pour augmenter le cadencement et limiter la consommation d'énergie, notamment le gaz employé pour alimenter la flamme.
- **Améliorer l'efficacité du processus** de brasage pour réduire l'empreinte carbone de l'entreprise.

L'optimisation du processus peut être effectuée à trois niveaux :

- **Sur le produit**, en privilégiant par exemple un métal d'apport moins coûteux ou en ajustant la qualité de flux de brasage utilisée.
- **Sur la technique de brasage**, en prônant lorsque c'est possible le brasage par induction afin d'automatiser le processus.
- **Sur la méthode de chauffe**, en passant de l'utilisation du gaz à l'électricité via l'induction ou la flamme oxyhydrogène.



Le mot de l'expert

Richard Tomasi, Responsable Technique assemblage multimatériaux, Cetim

“

« Entre la problématique du coût et celle de l'impact environnemental, **chaque industriel est confronté à un calcul technico-économique** pour positionner le curseur en fonction de ses priorités » explique Richard Tomasi, Responsable Technique Assemblage Multi-Matériaux au Centre Technique des Industries Mécaniques (Cetim).

« Les donneurs d'ordre sont de plus en plus attentifs au bilan carbone généré par l'activité de leurs fournisseurs. **Leur politique RSE intègre donc les préoccupations sociales et environnementales** et tout le monde s'attend à un durcissement de la réglementation sur les émissions de GES. Les industriels s'y préparent, et ils veillent aussi à rendre leurs procédés plus propres pour améliorer leur image et attirer des talents qui sont sensibles à l'aspect environnemental. »

Pour optimiser le processus de brasage dans l'industrie, l'économie pourra donc être placée en priorité sur **le temps de cycle et l'efficacité du procédé** dans le but de **réduire la consommation d'énergie et de produit**. « Cela va par exemple consister à utiliser un métal d'apport riche en argent pour effectuer le brasage à un point de fusion plus bas, ou parfaitement proportionné à l'instar du TBW (voir ci-dessous) pour éviter tout gaspillage » illustre Richard Tomasi. « C'est aussi moins de risque d'oxydation pour la pièce brasée, et donc de temps de traitement a posteriori. »

« **La chauffe par induction et la flamme oxyhydrogène s'inscrivent dans cette démarche d'efficacité et de réduction de l'impact carbone**, car elles sous-tendent une montée en température plus rapide et réduisent drastiquement les émissions de GES, la production d'électricité en France étant très peu polluante. »

”



La technologie TBW, fusion du métal d'apport et du flux décapant

Il s'agit d'un procédé unique, développé et breveté par l'entreprise Selectarc, unique fabricant français de métaux d'apport de soudage et de brasage. Cette **technologie tubulaire** est une innovation majeure en matière de métal d'apport de brasage. Appelée TBW (Tubular Brazing Wire), elle consiste à **emprisonner le flux de brasage au sein d'un tube extrudé sans soudure ni aspérité** pour en garantir les caractéristiques. L'opération de brasage **se passe ainsi d'un apport de flux extérieur** ; le flux intégré à la baguette d'apport s'écoule avant la fusion du métal. Ce produit deux-en-un permet d'**optimiser les opérations de brasage** et est notamment utilisé dans le froid industriel (HVAC), mais aussi dans d'autres industries, comme les énergies renouvelables, les génératrices, les transformateurs et moteurs électriques ou la fabrication de résistances électriques.



C'est un produit **2-en-1** à hautes propriétés mécaniques et présentant une **excellente résistance à la corrosion**. Il n'y a plus de contact direct entre le brasseur et le flux de décapage, ce qui limite les risques liés à sa manipulation.



Elle permet notamment de **limiter les émissions de fumées** pendant l'opération et le nettoyage du joint brasé après.



Son ratio flux/métal est **optimal**.



L'absence de colle et de pigments **évite** par ailleurs la **formation de silicates**

L'utilisation de la technologie TBW, présente de nombreux avantages :

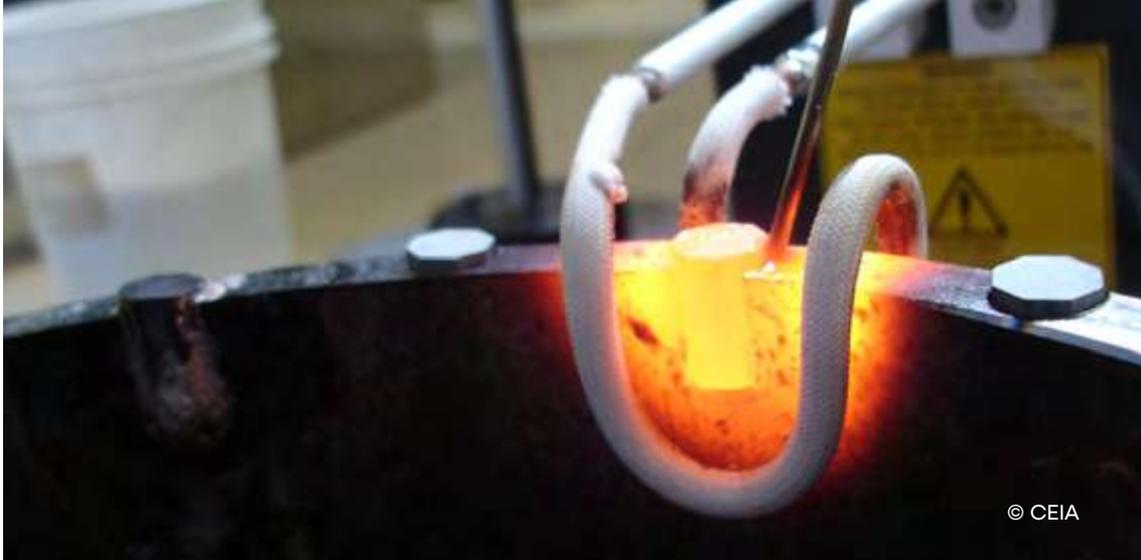
Ce type de baguette d'apport peut être employé aussi bien au brasage à la **flamme** qu'en **induction**. Il convient par ailleurs à une **utilisation manuelle ou automatisée**, offrant dans les deux cas une grande facilité opératoire.

« La technologie TBW est à la fois **moins nocive pour l'opérateur et plus efficace pour le procédé d'assemblage** » explique Thierry Deletraz, Directeur Grands Comptes chez Selectarc. « Si son coût à l'achat est plus élevé que pour un flux de brasage classique, son utilisation génère des **économies** à plusieurs niveaux : un volume parfaitement adapté aux pièces à assembler, un temps de chauffe réduit donc moins d'énergie consommée, pas de perte de temps pour le nettoyage a posteriori et une efficacité du processus à 100 %. »



Les baguettes de brasage TBW sont exclusivement fabriquées par SELECTARC en Bourgogne Franche-Comté (Roche-Lez-Beaupré – 25), dans l'unique fonderie française d'alliages de brasage fort en coulée continue.





Le brasage par induction, répétabilité et cadencement

Apparu dans les années 2000, **le brasage par induction a le vent en poupe dans l'industrie**, aussi bien pour le brasage tendre que le brasage fort. Ce procédé s'adresse aux matériaux ferromagnétiques ; il repose sur un champ magnétique généré par un courant alternatif à moyenne ou haute fréquence dans une bobine d'induction. **Le courant va ainsi circuler à la surface des pièces à assembler et les chauffer** sous l'effet du champ magnétique.

Le brasage par induction répond à plusieurs problématiques majeures dans l'industrie :

- **Fiabiliser, standardiser et automatiser le processus** grâce à la répétabilité.
- **Prévenir le risque de corrosion** et ainsi réduire les retouches à effectuer et les déchets à éliminer.
- **Maîtriser les coûts** grâce à une montée en chaleur rapide et une diffusion concentrée sur la partie de la pièce à braser.
- **Simplifier et sécuriser le processus** pour les opérateurs (facilité de manipulation, température de travail agréable).

Le brasage par induction gagne des adeptes auprès des industriels en recherche de **fortes cadences**. Son utilisation est toutefois pertinente **uniquement pour les matériaux ferromagnétiques** ; le rendement est en effet moins notable lorsqu'il s'applique à l'acier, l'inox ou le cuivre. Par ailleurs, il **ne convient pas aux assemblages complexes** tels que les raccords hydrauliques ou les parallélépipèdes, qui vont nécessiter plus de flexibilité et d'agilité. Le brasage par induction va en revanche pouvoir être employé pour des pièces de révolution.

Le brasage à la flamme hydrogène, la révolution décarbonée :

Face à des impératifs réglementaires et sociétaux de plus en plus contraignants, les entreprises industrielles se voient confrontées à des défis majeurs en matière de **durabilité environnementale**.

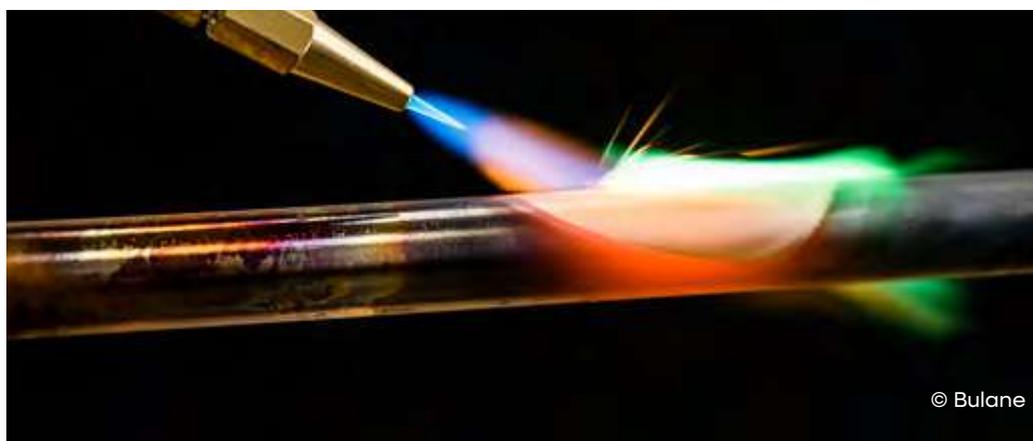
Le brasage est malheureusement associé à une forte empreinte environnementale. Les émissions de gaz à effet de serre proviennent non seulement de l'extraction et du **transport des gaz fossiles** utilisés dans le processus, mais aussi de leur **combustion lors de l'opération de brasage** elle-même.

Les postes flamme Dyoflam, innovations développées par la société **Bulane**, permettent de **sécuriser et décarboner** les applications de brasage industrielles. En utilisant de l'eau et de l'électricité comme matières premières, les postes Dyoflam produisent **sur place, à la demande et sans stockage**, un gaz oxyhydrogène **propre et performant**, qui brûle à plus de 2800°C pour les applications flamme.



Cette approche durable permet de **réduire les émissions de CO2** associées à l'application de brasage de **92%**.

De plus elle est **94% moins impactante sur l'environnement** que l'utilisation traditionnelle de bouteilles de gaz acétylène.



© Bulane



Outre ses **avantages environnementaux**, l'utilisation des **postes Dyoflam** présente également des **avantages économiques et opérationnels** pour les entreprises industrielles :



Réduction des coûts de brasage

Pas de Supply Chain gaz



Station mobile

Pas de réseau de gaz fixe à installer ni entretenir



Pas de « corbeaux »

7 fois moins de monoxyde de carbone émis.



Flamme sans UV nocifs

Plus besoin de lunettes de protections teintées !



Chalumeau ergonomique

Plus léger et rotatif, luttant contre les TMS (troubles musculosquelettiques)



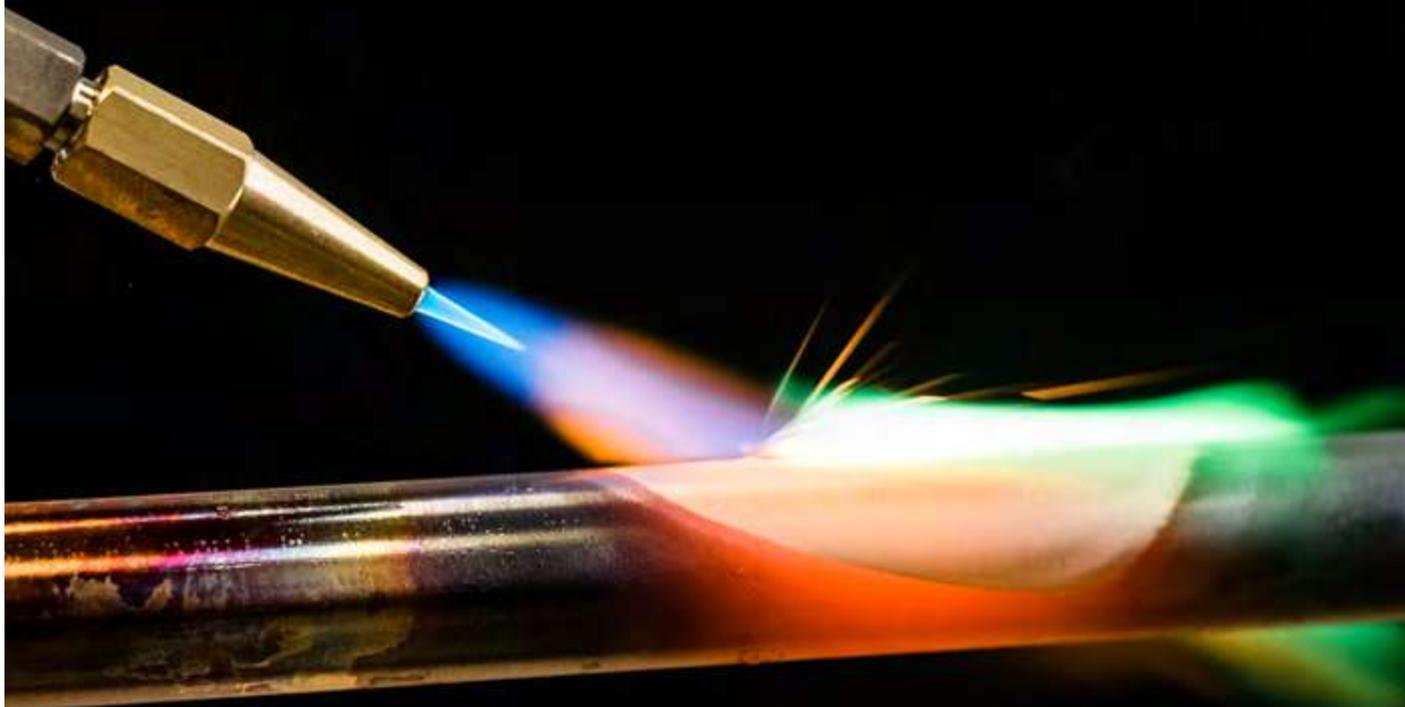
© Bulane

Depuis plus de 15 ans, les postes Dyoflam offrent aux les industriels une solution **complète et innovante**, qui contribue activement à la **décarbonation et à la sécurisation** de leurs opérations de brasage.

Dyoflam by  **Bulane**

Notes

A series of horizontal dotted lines for writing notes.



Vous souhaitez nous contacter ?

Suivre nos actualités ?

