

Chapitre 6

DÉFAUTS DE SOUDURE

Il existe plusieurs types de défauts de soudure ainsi que différentes méthodes pour les prévenir et les corriger. Ce chapitre vise à identifier et à décrire les défauts les plus courants en fonction du métal travaillé ou du procédé de soudage utilisé. Commençons d'abord par les fissurations.

Fissurations

Les fissurations constituent l'un des défauts de soudure les plus fréquents. Elles sont causées par la présence de tensions internes trop importantes à l'intérieur du métal soudé. L'utilisation d'un métal d'apport incompatible avec le métal de base, un cordon trop petit ou des tensions internes créées par le retrait peuvent être à l'origine des fissures. Le bon choix du métal d'apport, un préchauffage approprié, une bonne préparation des joints et la formation d'un cordon respectant les dimensions exigées peuvent donc prévenir les fissures.

Les fissures dans un métal sont divisées en deux catégories selon l'endroit où elles apparaissent :

- Les fissures peuvent être localisées dans le métal fondu; elles dépendent alors de la nature du métal d'apport et des conditions d'exécution de la soudure.
- Les fissures peuvent aussi se retrouver dans le métal de base, dans la zone de liaison; ces dernières sont généralement reliées à une plus faible soudabilité du métal.

On peut aussi distinguer deux types de fissurations selon le moment où elles surviennent à la suite d'une soudure : la fissuration à chaud et la fissuration à froid.

Le tableau de la figure 6.1 présente les causes les plus fréquentes de fissurations à chaud et à froid, et les moyens de les prévenir.

Figure 6.1 Causes et moyens de prévention liés à la fissuration

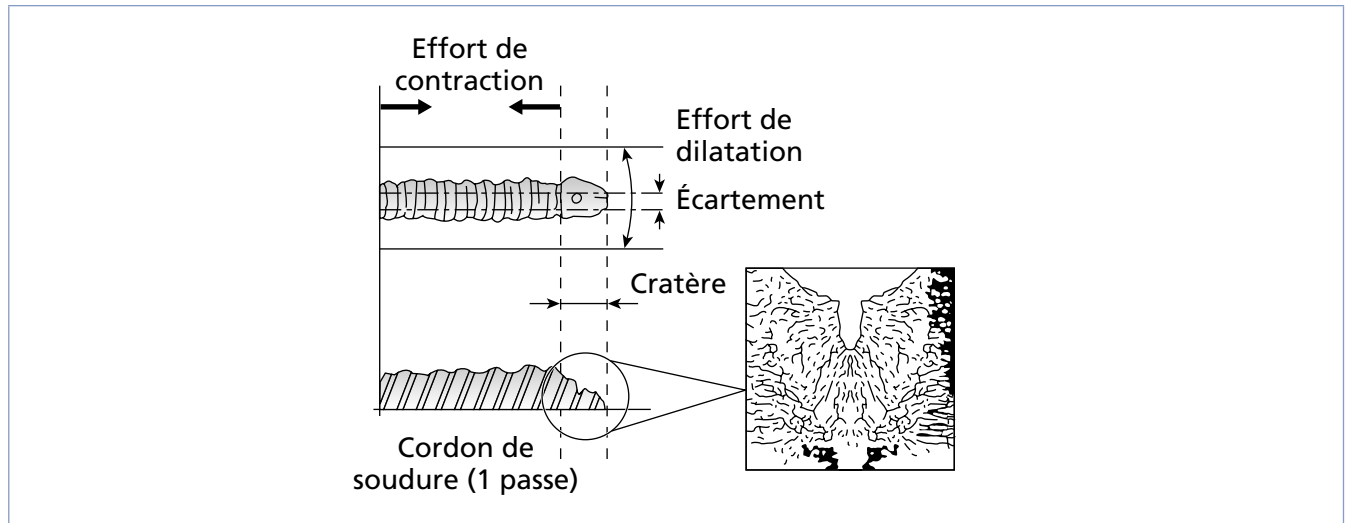
	Causes	Moyens de prévention
Fissuration à chaud	<ul style="list-style-type: none"> – Joints trop étroits – Présence d'impuretés dans la soudure (soufre, phosphore) – Métal d'apport incompatible avec le métal de base – Cordon trop petit – Trop de retrait durant ou après le soudage 	<ul style="list-style-type: none"> – Bonne mesure des angles des chanfreins – Préchauffage et chauffage en cours de soudure – Bon choix du métal d'apport – Refroidissement lent – Traitement thermique après soudage (normalisation, recuit) – Cordon suffisamment large, réduction de la vitesse au besoin – En cas de retrait, léger retour en arrière et ajustement de la procédure de soudage
Fissuration à froid	<ul style="list-style-type: none"> – Hydrogène coincé dans la soudure – Tensions internes résiduelles importantes 	<ul style="list-style-type: none"> – Préchauffage et chauffage en cours de soudure – Refroidissement lent – Utilisation d'électrodes basiques – Entreposage des électrodes dans un four, au chaud – Traitement thermique après soudage (normalisation, recuit) – Dessoudage (au besoin)

Fissuration à chaud

La fissuration à chaud survient au moment de la solidification du bain de fusion. Elle est plus susceptible d'apparaître en présence d'impuretés dans le métal de base (comme le soufre ou le phosphore). Si on doit souder un métal à risque, il est recommandé d'utiliser des électrodes à flux basique. Par ailleurs, le métal d'apport doit être compatible avec le métal de base et le cordon de soudure doit être suffisamment large.

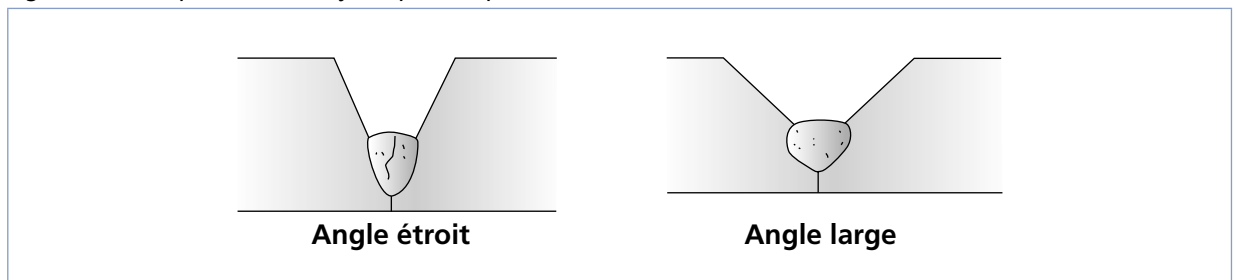
Dans d'autres cas, si on relève trop brusquement l'électrode à la fin de la soudure, on peut provoquer l'apparition d'un cratère formant une cavité interne provoquant une fissure (figure 6.2). On peut prévenir ces fissures en effectuant un léger retour en arrière avec l'électrode, mais aussi en préchauffant le métal, en diminuant l'écartement entre les pièces ou en nourrissant le cratère par un apport plus important de métal.

Figure 6.2 Fissure de cratère



La préparation des joints joue un rôle majeur dans la prévention de la fissuration à chaud, car des joints trop étroits et plus profonds favorisent son apparition, tandis que des joints plus larges et de moindre profondeur en diminuent les risques (figure 6.3).

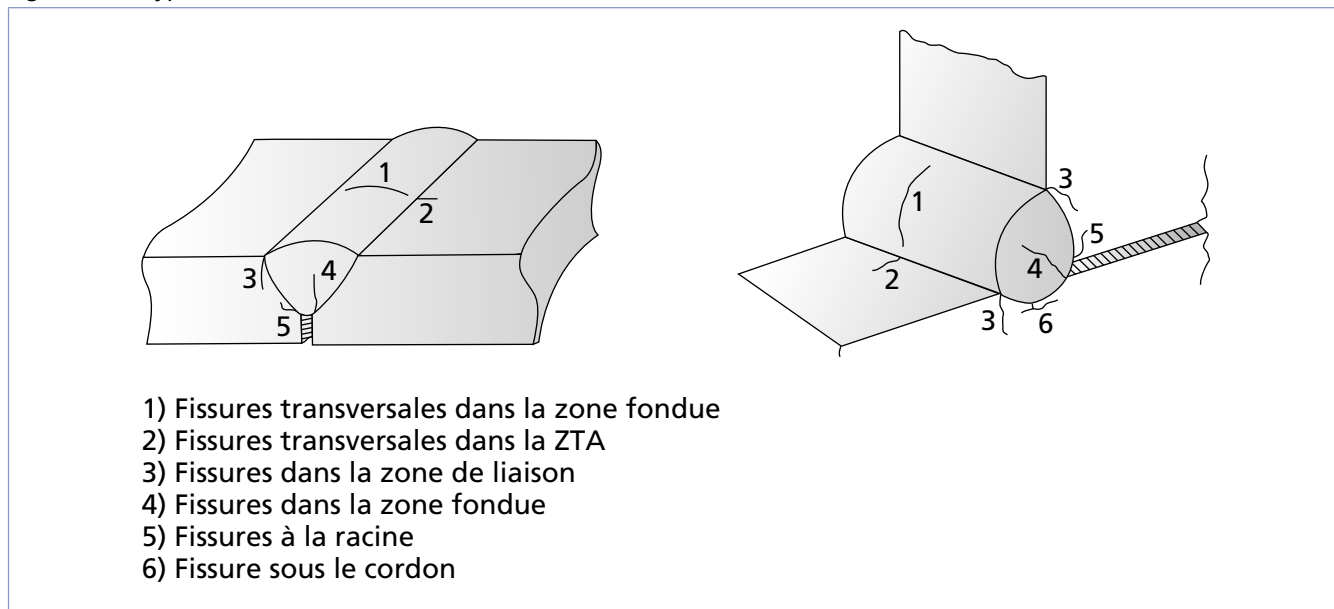
Figure 6.3 Préparation d'un joint pour la prévention de la fissuration à chaud



Fissuration à froid

La fissuration à froid peut apparaître des heures, voire des jours après le soudage. Elle survient dans la zone de soudage ou dans la ZTA (figure 6.4) et est causée par l'hydrogène coincé dans la soudure ou par des tensions internes résiduelles importantes. Les aciers à forte teneur en carbone de même que les aciers faiblement alliés sont plus susceptibles de subir la fissuration à froid.

Figure 6.4 Types de fissures à froid



Plusieurs facteurs influent sur la vulnérabilité d'une pièce à la fissuration à froid, dont les suivants :

- la trempabilité liée au carbone équivalent;
- la présence d'hydrogène due à l'humidité sur l'enrobage ou sur la pièce ou à certains composés comme la rouille et la calamine;
- l'humidité dans l'air;
- le refroidissement rapide de la pièce;
- la présence de défauts à la surface de la pièce (inclusions, soufflures, trop grande épaisseur de la soudure, caniveau, etc.).

La meilleure prévention de la fissuration à froid est un préchauffage approprié des pièces à souder afin d'évaporer l'hydrogène contenu dans l'humidité présente sur la pièce (le préchauffage doit atteindre au moins 100 °C, soit la température d'ébullition de l'eau). On peut aussi choisir des électrodes préchauffées à basse teneur en hydrogène (basiques). On prend soin de refroidir les pièces susceptibles de fissuration à froid très lentement pour éviter l'apparition de tensions internes favorisant l'apparition de fissures.



Exercice 6.1

1. Quels sont les principaux moyens pour prévenir la fissuration ?

2. Quelles sont les principales impuretés présentes dans l'acier qui risquent de causer la fissuration à chaud ?

- | | |
|-----------------|--------------------------|
| a) Le phosphore | <input type="checkbox"/> |
| b) Le manganèse | <input type="checkbox"/> |
| c) Le nickel | <input type="checkbox"/> |
| d) Le soufre | <input type="checkbox"/> |
| e) Le molybdène | <input type="checkbox"/> |

3. Vrai ou faux ?

	Vrai	Faux
a) Il est essentiel d'utiliser un métal d'apport compatible avec le métal de base pour prévenir la fissuration.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Il faut garder le cordon de soudure le plus étroit possible.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) Des joints plus larges aident à prévenir la fissuration à chaud.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) À la fin de la soudure, il faut relever l'électrode le plus rapidement possible.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) Lors du soudage d'un métal à forte teneur en soufre ou en phosphore, il est recommandé d'utiliser une électrode basique.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

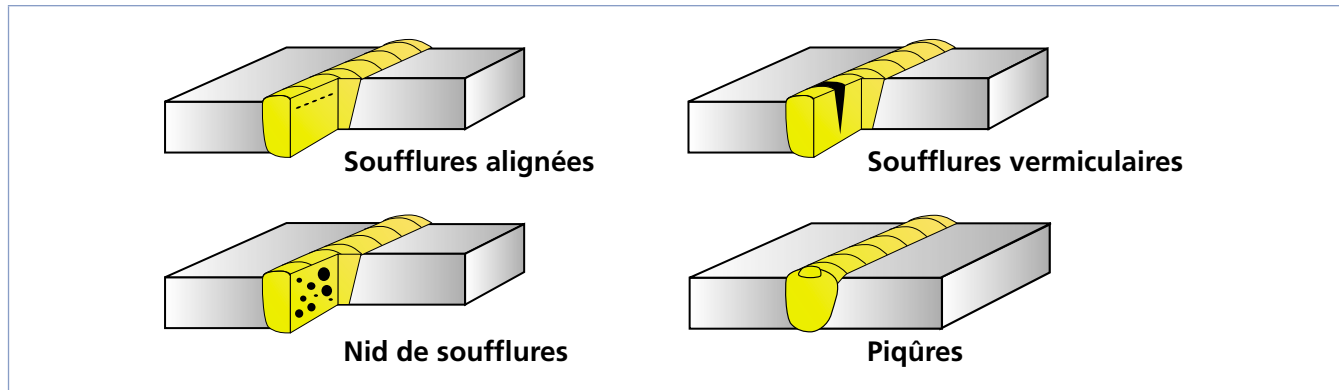
Défauts communs et causes

Cette section présente les défauts de soudure les plus courants, ce qui les cause et comment on peut les prévenir.

Soufflures

Les soufflures sont des défauts creux, généralement sphériques, formés par la présence de gaz (figure 6.5). Quant aux piqûres, ce sont plus précisément des soufflures débouchantes (en surface).

Figure 6.5 Soufflures



Les soufflures peuvent être causées par la présence de courants d'air, un manque de gaz de protection, la présence d'une substance grasseuse sur le métal de base ou le métal d'apport, l'obstruction de la buse, un mauvais angle de soudage, un arc trop long, de l'eau ou des impuretés dans le joint à souder.

Pour prévenir les soufflures, on doit s'assurer que la surface du métal de base est propre de même que l'équipement utilisé. Il est également important de bien protéger le bain de fusion. Une intensité de courant trop faible ainsi qu'une vitesse de soudage trop élevée peuvent aussi être responsables de la formation de soufflures. Enfin, les piqûres sont généralement causées par le contact entre l'électrode et le métal de base.

Pollution ferreuse

La pollution ferreuse est une corrosion des aciers inoxydables causée par la destruction de la couche superficielle. Elle résulte généralement de l'utilisation d'outils qui ne sont pas en acier inoxydable (brosse ou autres) pendant l'usinage, la mise en forme ou le nettoyage. Dans d'autres cas, elle survient en conséquence des projections de métal fondu lors des opérations de soudage.

Inclusions

Les inclusions désignent l'incorporation, dans le cordon de soudure, d'un composé étranger (figure 6.6). On distingue différents types d'inclusions à la figure 6.7.

Figure 6.6 Inclusions

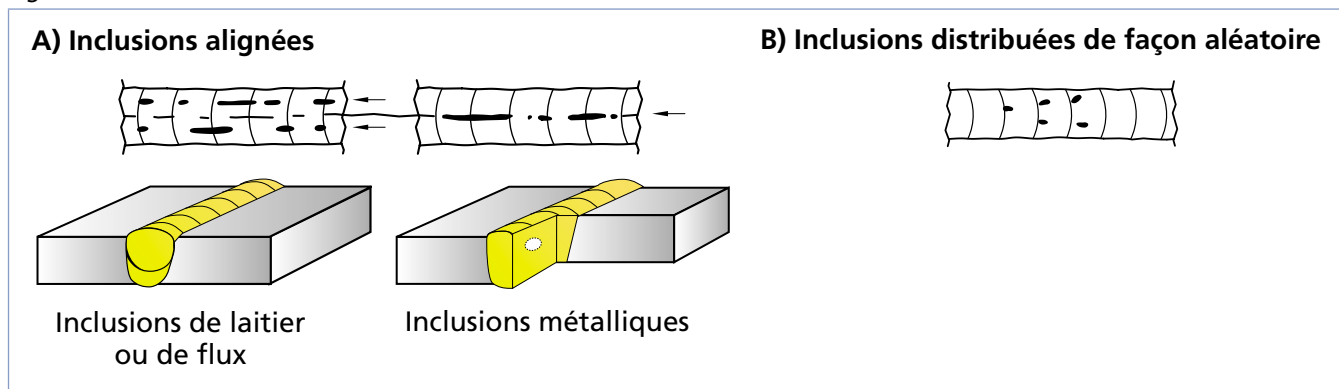


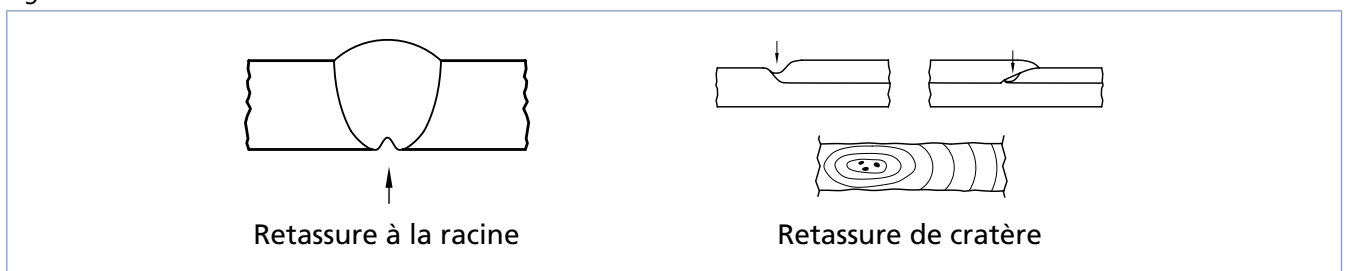
Figure 6.7 Types d'inclusions

Type d'inclusion	Description
Inclusion solide	Corps solide étranger emprisonné dans la masse de métal fondu (ex. : poussières)
Inclusion de laitier	Résidu de laitier emprisonné dans le métal fondu Les inclusions de laitier peuvent être alignées (ou en chapelet), isolées ou distribuées de façon aléatoire.
Inclusion de flux	Résidu de flux emprisonné dans la soudure Les inclusions de flux peuvent être alignées (ou en chapelet), isolées ou distribuées de façon aléatoire.
Inclusion d'oxyde	Oxyde métallique emprisonné dans le métal fondu au cours de la solidification
Inclusion métallique	Particule de métal étranger emprisonnée dans la masse du métal fondu (ex. : le tungstène lors du soudage GTAW, le cuivre et tout autre métal étranger)

Retassures et criques de solidification

À la suite d'un retrait du métal lors de son refroidissement, un espace vide se forme et apparaît visuellement à la surface ainsi qu'à l'intérieur du cordon (figure 6.8). Certaines retassures ne sont visibles qu'au microscope. Les criques de solidification sont, quant à elles, des retassures non apparentes. Une **retassure à la racine** apparaît sous la soudure au moment de la solidification, tandis qu'une **retassure de cratère** est une cavité dans une reprise non corrigée avant l'exécution de la passe suivante.

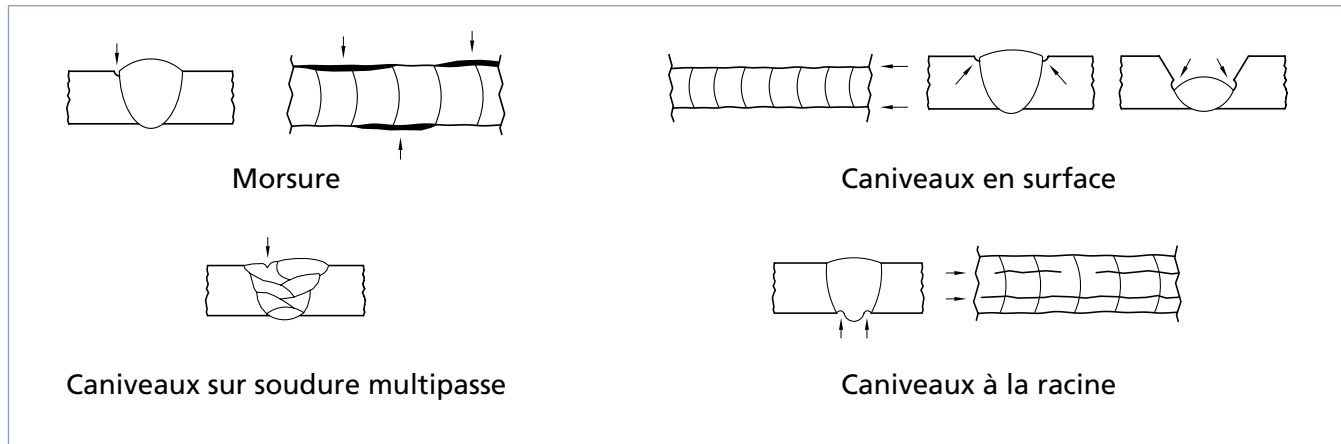
Figure 6.8 Retassures



Morsures et caniveaux

Une morsure est un défaut caractérisé par le creusage ou une insuffisance du métal de base sur une partie du cordon. Un caniveau traverse une grande part du métal de base en raison d'une trop grande chaleur du métal d'apport par rapport à l'épaisseur ou à la densité du métal de base (figure 6.9). Un courant trop fort ou une vitesse d'avance trop élevée favorise l'apparition de caniveaux. Un mauvais angle de soudage de même qu'une longueur d'arc incorrecte peuvent aussi être à l'origine de ce type de défaut.

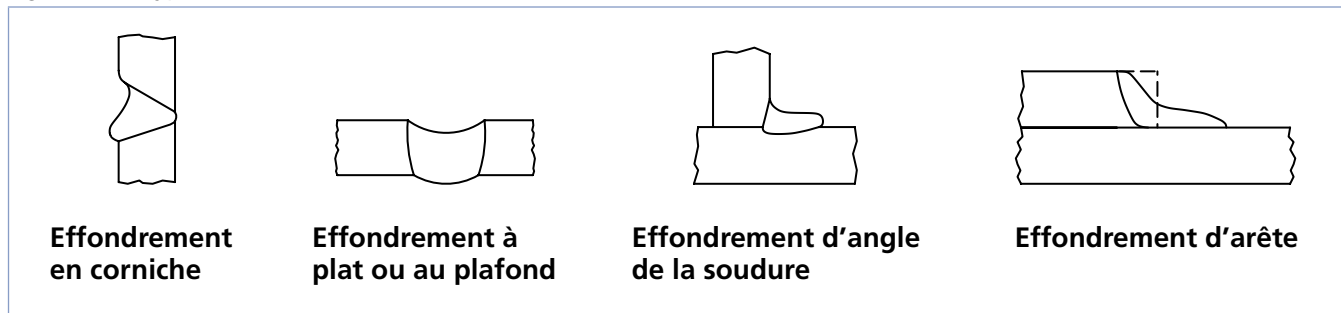
Figure 6.9 Morsures et caniveaux



Effondrements et trous

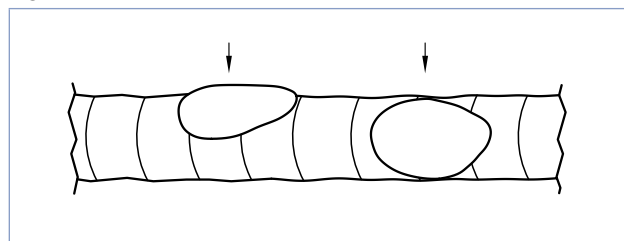
L'effondrement est le résultat de l'affaissement du métal déposé dû à une fusion excessive. On distingue différents types d'effondrements (figure 6.10).

Figure 6.10 Types d'effondrements



Lorsque l'effondrement du bain de fusion entraîne la perforation de la soudure, on parle alors de trou (figure 6.11). Une soudure effectuée trop lentement (vitesse d'avance trop faible) risque de causer un effondrement. Si on travaille avec des plaques minces, le courant ne doit pas être trop fort.

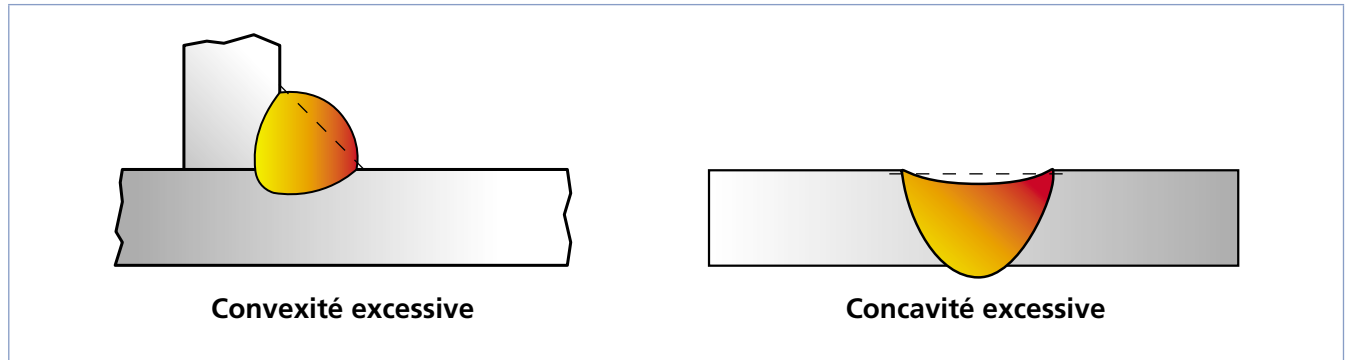
Figure 6.11 Trou



Défauts géométriques du cordon

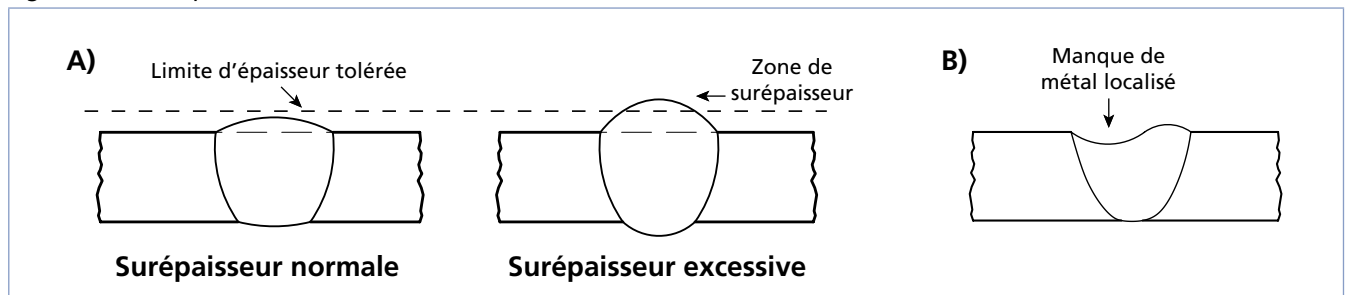
Ce sont des défauts associés à une mauvaise forme de la surface du cordon. Le cordon peut être trop convexe ou trop concave (figure 6.12).

Figure 6.12 Convexité et concavité



Aussi, une surépaisseur excessive du cordon survient lorsqu'il y a trop de métal déposé sur le cordon au cours des dernières passes et que l'épaisseur du cordon dépasse les normes tolérées (partie A de la figure 6.13). Dans d'autres cas, il manque de métal à la surface du cordon; ce manque peut être localisé (partie B) ou continu.

Figure 6.13 Surépaisseur



L'angle du raccordement du cordon, pour les cordons convexes, ne doit jamais excéder 30° (figure 6.14). Un manque de mouillage du cordon peut entraîner un angle de raccordement trop élevé.

Le tableau de la figure 6.15 résume les causes associées aux défauts d'un cordon de soudure ainsi que les moyens de les prévenir.

Figure 6.14 Mouillage d'un cordon de soudure

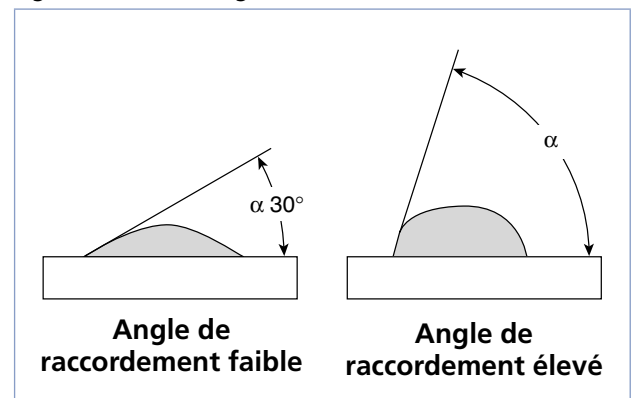


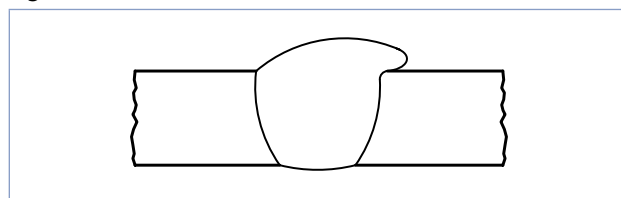
Figure 6.15 Défauts d'un cordon de soudure

Aspect du cordon	Causes possibles	Moyens de prévention
Trop large	<ul style="list-style-type: none"> – Vitesse d'avance trop lente – Mauvais angle de soudure – Arc trop long 	<ul style="list-style-type: none"> – Augmenter la vitesse. – Corriger l'angle. – Rapprocher la torche (ou l'électrode).
Trop étroit	<ul style="list-style-type: none"> – Vitesse d'avance trop rapide 	<ul style="list-style-type: none"> – Diminuer la vitesse.
Irrégulier	<ul style="list-style-type: none"> – Intensité du courant trop faible – Mauvais angle de soudure – Arc irrégulier – Mouvements du soudeur non stables 	<ul style="list-style-type: none"> – Augmenter l'intensité. – Corriger l'angle. – Vérifier que le métal de base et l'électrode sont propres, que l'électrode est appropriée, que le courant est constant, que la haute fréquence fonctionne et qu'il n'y a pas de matériel magnétique près de l'arc. – S'assurer que la vitesse d'avance et la longueur d'arc sont stables et ne varient pas.

Débordements du cordon

Il s'agit d'un excès de métal déposé à la surface du métal de base, mais qui ne se lie pas avec ce dernier (figure 6.16).

Figure 6.16 Débordement

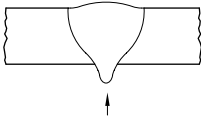
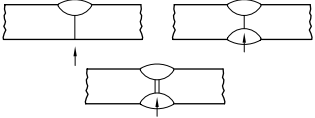


Défauts de pénétration

Un excès de pénétration est un excès de métal à la racine. Pour une soudure multipasse, il s'agit d'un excès de métal à travers le cordon déjà déposé (figure 6.17).

Un manque de pénétration constitue une absence partielle de fusion des bords à souder qui laisse un espace entre ceux-ci (figure 6.17). Le manque de pénétration constitue souvent une conséquence d'un courant trop faible ou d'une vitesse d'avance trop élevée. Il est aussi possible que le chanfrein soit trop étroit ou absent, ou que l'arc soit trop long. Dans le cas de pièces épaisses, un préchauffage insuffisant peut aussi être à l'origine d'un manque de pénétration de la soudure.

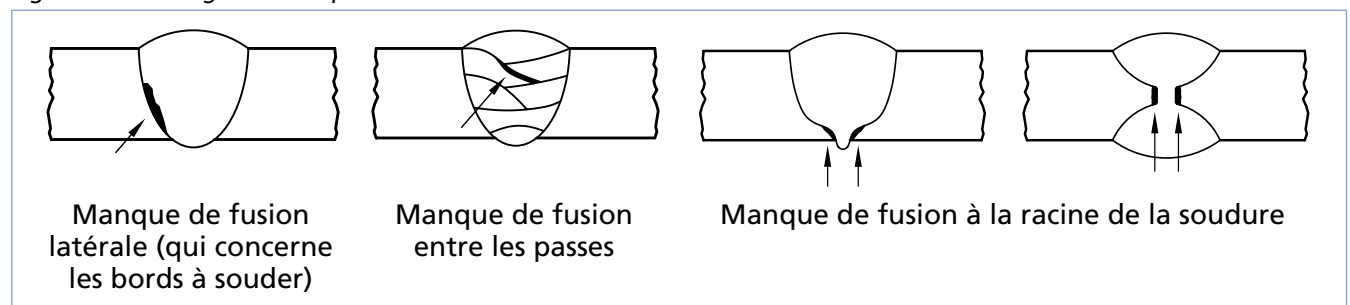
Figure 6.17 Défauts de pénétration, causes et moyens de prévention

Défaut de pénétration	Causes possibles	Moyens de prévention
<p>Excès de pénétration</p> 	<ul style="list-style-type: none"> – Vitesse d'avance trop lente – Intensité du courant trop forte – Mauvaise préparation des bords – Trop de distance entre les pièces – Arc trop court 	<ul style="list-style-type: none"> – Augmenter la vitesse. – Diminuer l'intensité. – Utiliser le joint approprié. – Rapprocher les pièces. – Éloigner la torche.
<p>Manque de pénétration</p> 	<ul style="list-style-type: none"> – Vitesse d'avance trop élevée – Intensité du courant trop faible – Chanfrein trop étroit ou absent – Métal de base trop épais et froid 	<ul style="list-style-type: none"> – Diminuer la vitesse. – Augmenter l'intensité. – Élargir le chanfrein ou modifier l'écartement des pièces. – S'assurer que le métal de base est préchauffé de façon appropriée.

Collage ou manque de fusion

Dans ce cas, le métal de base est non fondu, ce qui crée un manque de liaison entre le métal déposé et le métal de base. Le manque de fusion diminue la section efficace de la soudure. Le collage peut être latéral, entre passes ou à la racine de la soudure (figure 6.18). Ce type de problème risque de survenir si le courant de soudage est trop faible ou si la vitesse est trop grande. Un bon préchauffage des pièces épaisses permet de prévenir ce défaut. Aussi, il peut être très difficile à repérer même avec les rayons X puisqu'il n'a que deux dimensions. On le retrouve plus fréquemment avec le procédé GMAW. Pour éviter ce problème, on doit s'assurer de la bonne procédure de soudage et effectuer des tests destructifs.

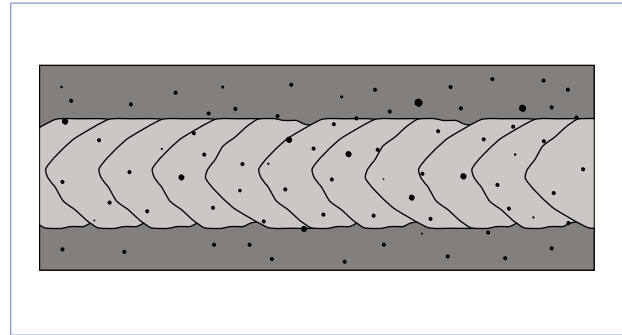
Figure 6.18 Collage ou manque de fusion



Projections

Une projection est une éclaboussure de métal en fusion projeté pendant le soudage et qui adhère au métal de base (figure 6.19) ou au cordon déjà solidifié. Les projections peuvent être causées par un courant trop fort, un arc trop long ou le soufflage de l'arc. Un mauvais débit et certains gaz de protection peuvent aussi favoriser l'apparition de projections.

Figure 6.19 Projections



Les défauts de soudage peuvent être causés par de nombreux facteurs. Cependant, la plupart d'entre eux peuvent être évités si on modifie les paramètres appropriés en cours de soudage (figure 6.20).

Figure 6.20 Défauts de soudage et correctifs

Défauts	Correctifs				
	Intensité	Tension	Vitesse d'avance	Longueur terminale	Angle de traînée
Soufflures	5 ↑	1 ↓	4 ↓	2 ↑	3 ↑
Projections	4 ↓*	1 ↑	5 ↓	3 ↓	2 ↓
Convexité	4 ↓	1 ↑	5 ↓	2 ↓	3 ↓
Soufflage	4 ↓	3 ↓	5 ↓	2 ↑	1 ↑
Pénétration insuffisante	2 ↑	3 ↓	4 ↑	1 ↓	5 ↓
Manque de continuité du bain	4 ↑	1 ↓	5 ↓	2 ↑	3 ↓
Collage de l'électrode	4 ↓	1 ↑	5 ↓	3 ↓	2 ↑

Note : Les chiffres indiquent l'ordre dans lequel on devrait envisager les correctifs énumérés.

↑ : Augmenter

↓ : Diminuer

* Avec certains fils-électrodes, la taille des gouttelettes diminue quand le courant augmente, ce qui diminue les projections.

Le tableau de la figure 6.21 présente les défauts communs en fonction du métal soudé de même que les principaux moyens de les prévenir. Quant au tableau de la figure 6.22, il présente les principaux défauts en fonction du procédé de soudage utilisé.

Figure 6.21 Défauts communs par métal et moyens de prévention

Métal	Défauts communs	Moyens de prévention
Acier	<ul style="list-style-type: none"> – Fissuration à chaud (inclusion de contaminant dans le bain de fusion) – Fissuration à froid (hydrogène coincé dans la soudure) – Soufflures 	<ul style="list-style-type: none"> – Technique de soudage : éliminer la présence d'impuretés à la surface du métal de base (soufre, phosphore). – Composition de l'acier : bien assécher en préchauffant.
Acier inoxydable	<ul style="list-style-type: none"> – Précipitations de carbure de chrome 	<ul style="list-style-type: none"> – Utiliser un alliage à faible taux de carbone ou contenant des agents stabilisants (ex. : titane). – Utiliser un alliage à forte teneur en chrome ou en nickel, ou les deux. – Éviter de maintenir la pièce à des températures variant entre 425 et 814 °C.
Fonte	<ul style="list-style-type: none"> – Fissures à chaud 	<ul style="list-style-type: none"> – Préchauffer et procéder à un refroidissement lent.
Aluminium	<ul style="list-style-type: none"> – Soufflures – Fissuration – Imperfection de la soudure (irrégulière ou peu profonde) 	<ul style="list-style-type: none"> – Nettoyer pour éliminer la couche d'alumine en surface. – Effectuer un préchauffage et un postchauffage.
Titane	<ul style="list-style-type: none"> – Contamination du bain de fusion : <ul style="list-style-type: none"> • soufflures (contamination par des produits lubrifiants) • fragilité (contamination par de l'oxygène ou de l'hydrogène) • fissuration (contamination par des saletés) 	<ul style="list-style-type: none"> – Utiliser un procédé avec protection gazeuse.

Figure 6.22 Défauts les plus fréquemment rencontrés en fonction du procédé utilisé

Procédé	Défauts communs
SMAW	<ul style="list-style-type: none"> – Aspect du cordon – Mauvaise reprise (cratère de reprise) – Défauts de pénétration (manque de pénétration surtout) – Inclusions de laitier
GTAW	<ul style="list-style-type: none"> – Fissures – Cavités – Inclusions de tungstène – Manque de fusion ou de pénétration – Défauts de formes du cordon – Oxydation en surface
GMAW	<ul style="list-style-type: none"> – Soufflures – Collage – Manque de pénétration – Projections – Joints irréguliers – Convexité excessive
FCAW/MCAW	<ul style="list-style-type: none"> – Soufflures – Projections – Caniveaux – Inclusions de laitier

Le tableau de la figure 6.23 reprend certains défauts communs et y présente en plus les moyens de les éviter.

Figure 6.23 Défauts de soudage, causes et moyens de prévention

Défauts	Causes	Moyens de prévention
Soufflures	<ul style="list-style-type: none"> – Emprisonnement de gaz dans la soudure – Présence d’huile à la surface du métal de base ou du métal d’apport – Courant de soudage trop faible ou vitesse trop élevée – Trop grand écartement à la racine 	<ul style="list-style-type: none"> – Bien assécher le métal et protéger le bain de fusion. – Nettoyer le métal avec un solvant. – Augmenter l’intensité, réduire la vitesse d’avance ou préchauffer la zone de soudure. – Bien positionner les pièces.
Caniveaux	<ul style="list-style-type: none"> – Mauvais angle de la torche – Courant trop élevé – Longueur d’arc incorrecte 	<ul style="list-style-type: none"> – Corriger l’angle. – Diminuer l’intensité du courant. – Corriger la longueur de l’arc.



Figure 6.23 Défauts de soudage, causes et moyens de prévention (suite)

Défauts	Causes	Moyens de prévention
Projections	<ul style="list-style-type: none"> – Instabilité de l'arc – Mode de transfert inapproprié – Courant trop intense – Soufflage de l'arc 	<ul style="list-style-type: none"> – Changer le mélange de gaz de protection. – Changer la longueur de l'arc. – Changer le mode de transfert. – Réduire l'intensité du courant. – Choisir le courant approprié. – Changer la prise de masse.
Mauvaise fusion des bords	<ul style="list-style-type: none"> – Courant de soudage trop faible – Vitesse de soudage trop grande 	<ul style="list-style-type: none"> – Augmenter l'intensité du courant. – Réduire la vitesse d'avance et préchauffer les pièces épaisses. – Effectuer un bon mouvement oscillatoire. – Bien disposer les cordons dans les soudures multipasses.
Inclusions solides, de flux ou de laitier	<ul style="list-style-type: none"> – Mauvais écartement à la racine – Impuretés dans le bain de fusion 	<ul style="list-style-type: none"> – Bien positionner les pièces. – Bien nettoyer le métal, surtout entre les cordons. – Avoir une bonne chaleur de soudage. – Effectuer un bon mouvement oscillatoire. – Bien disposer les cordons dans les soudures multipasses.
Inclusions de tungstène	<ul style="list-style-type: none"> – Fonte de l'électrode causée par une chaleur trop élevée – Électrode en contact avec le bain de fusion 	<ul style="list-style-type: none"> – Réduire l'intensité de courant. – Bien choisir les paramètres de soudage (diamètre de l'électrode et polarité du courant). – Maintenir l'arc de soudage suffisamment long.
Convexité excessive ou surépaisseur du cordon	<ul style="list-style-type: none"> – Chaleur trop faible – Vitesse de dévidage trop élevée 	<ul style="list-style-type: none"> – Augmenter l'intensité du courant. – Réduire la vitesse de dévidage. – Effectuer un bon mouvement oscillatoire.
Effondrements ou concavité excessive	<ul style="list-style-type: none"> – Vitesse de soudage trop lente – Chaleur trop élevée 	<ul style="list-style-type: none"> – Augmenter la vitesse. – Réduire l'intensité du courant. – Effectuer un bon mouvement oscillatoire.



Figure 6.23 Défauts de soudage, causes et moyens de prévention (suite)

Défauts	Causes	Moyens de prévention
Mauvais angle de raccordement	<ul style="list-style-type: none"> – Chaleur trop faible – Vitesse de dévidage trop élevée – Mauvais mouillage du cordon 	<ul style="list-style-type: none"> – Augmenter l'intensité du courant. – Réduire la vitesse de dévidage. – Bien choisir le mélange de gaz actif ou l'hélium. – Effectuer un bon mouvement oscillatoire.
Débordement du cordon	<ul style="list-style-type: none"> – Vitesse d'avance trop lente – Mauvais angle de soudage – Joints mal nettoyés 	<ul style="list-style-type: none"> – Augmenter la vitesse. – Modifier l'angle de soudage. – S'assurer que les joints sont propres.
Retassures	<ul style="list-style-type: none"> – Joints trop étroits – Présence d'impuretés dans la soudure (soufre, phosphore) – Métal d'apport incompatible avec le métal de base – Cordon trop petit – Trop de retraits durant ou après le soudage 	<ul style="list-style-type: none"> – Bien mesurer les angles des chanfreins. – Préchauffer et chauffer en cours de soudure. – Bien choisir le métal d'apport. – Refroidir lentement. – Procéder à un traitement thermique après soudage (normalisation, recuit). – Effectuer un cordon suffisamment large, réduire la vitesse au besoin. – En cas de retraits, effectuer un léger retour en arrière et ajuster la procédure de soudage.



Exercice 6.2

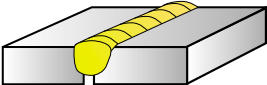

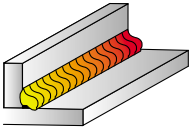
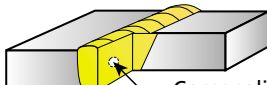

1. Dans la figure 6.24, associez les paramètres fautifs aux défauts qu'ils risquent d'entraîner (un paramètre fautif peut être responsable de l'apparition d'un ou de plusieurs défauts).

Figure 6.24

Paramètres		Défauts
a) Vitesse de soudage trop lente	<input type="checkbox"/>	1. Soufflures
b) Métal d'apport incompatible avec le métal de base	<input type="checkbox"/>	2. Manque de pénétration
c) Intensité du courant ou chaleur trop élevée	<input type="checkbox"/>	3. Cordon trop étroit
d) Impuretés dans le bain de fusion	<input type="checkbox"/>	4. Inclusions de laitier
e) Intensité du courant trop faible	<input type="checkbox"/>	5. Projections
f) Arc instable	<input type="checkbox"/>	6. Caniveaux
g) Vitesse de soudage trop rapide	<input type="checkbox"/>	7. Retassures
h) Joints trop étroits	<input type="checkbox"/>	8. Effondrement

2. Dans la figure 6.25, associez les définitions ou les illustrations aux défauts correspondants.

Figure 6.25

Définitions ou illustrations	Défauts
a) 	<input type="checkbox"/>
b) Défaut souvent sphérique causé par la présence de gaz dans la soudure	<input type="checkbox"/>
c) 	<input type="checkbox"/>
d) Gouttelettes de métal d'apport jaillissant et se déposant sur le métal de base, autour du cordon	<input type="checkbox"/>
e) 	<input type="checkbox"/>
f) Perforation de la soudure généralement causée par un chauffage local trop intense	<input type="checkbox"/>
g)  Corps solide étranger	<input type="checkbox"/>
h) Cordon plus épais que les dimensions prescrites ou que les normes tolérées	<input type="checkbox"/>
i) 	<input type="checkbox"/>

Contrôle de la qualité d'un cordon de soudure

Un cordon de soudure de qualité est un cordon :

- régulier, c'est-à-dire dont la largeur et l'épaisseur sont constantes et conformes aux spécifications;
- dont les stries sont rapprochées les unes des autres;
- dont les côtés sont bien fusionnés au métal de base;
- lisse et exempt d'inclusion.

Tolérance générale

La grosseur tolérée des défauts peut dépendre de la grosseur du cordon de soudure, de la nature statique ou dynamique de la pièce, du type d'assemblage, des pressions exercées sur la pièce, de sa fonction et de la visibilité de la soudure (certaines soudures, plus visibles, doivent être plus esthétiques).

Détection des défauts

Il existe plusieurs méthodes pour évaluer la qualité d'une soudure. Les défauts internes doivent être détectés par rayon X ou par ultrasons. Pour les défauts débouchants, il existe quatre principales méthodes de détection (figure 6.26).

Figure 6.26 Détection des défauts

Méthode	Description
Contrôle dimensionnel	Prise des mesures de la soudure pour assurer sa conformité avec les spécifications.
Contrôle visuel	Examen de la soudure, à l'œil nu ou à l'aide d'une loupe, afin de détecter certains défauts qui débouchent en surface, l'excès ou le manque de métal d'apport, les caniveaux et les défauts de forme du cordon (convexité, concavité).
Contrôle par ressuage	Permet de déceler les petites fissures de surface par l'application d'un liquide teinté, très fluide ; après le nettoyage à l'aide d'un solvant, le liquide qui a coulé au fond des fissures demeure. Ce type de contrôle s'applique à tous les matériaux, mais selon le liquide utilisé, il nécessite parfois l'usage d'une lampe à ultraviolet.
Contrôle magnétique	On recouvre le métal d'une poudre magnétique puis on le soumet à un champ magnétique. Les imperfections provoquent une répartition non uniforme de la poudre. Cette technique n'est cependant applicable qu'aux métaux magnétiques.

