



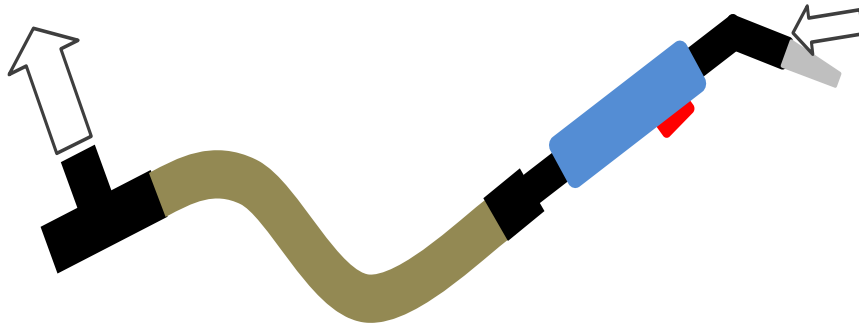
Torches de soudage aspirantes

Efficacité de captage et qualité de la soudure

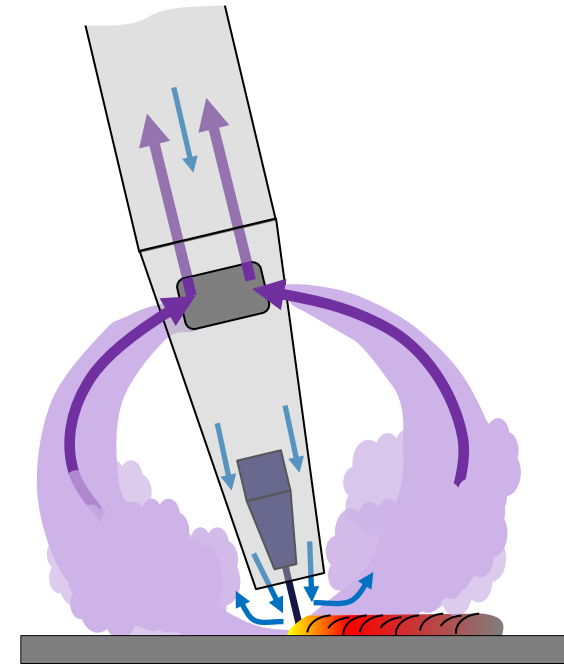
Francis BONTHOUX (INRS, Dép. Ingénierie des Procédés)

Institut national de recherche et de sécurité
pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles

Principe / avantages - inconvénients



- ▶ Le capteur intégré à la torche garantit sa proximité à la source de pollution
- ▶ Permet de traiter la pollution avec un débit d'air réduit (environ 100m³/h)



- ▶ Le conduit d'aspiration alourdit et rigidifie le faisceau de la torche
- ▶ Le capteur augmente le volume de la partie terminale de la torche
- ▶ Complique l'entretien
- ▶ Nécessite un groupe d'aspiration de type haute dépression
- ▶ L'interaction avec le gaz de protection peut engendrer des défauts de soudure (porosités)

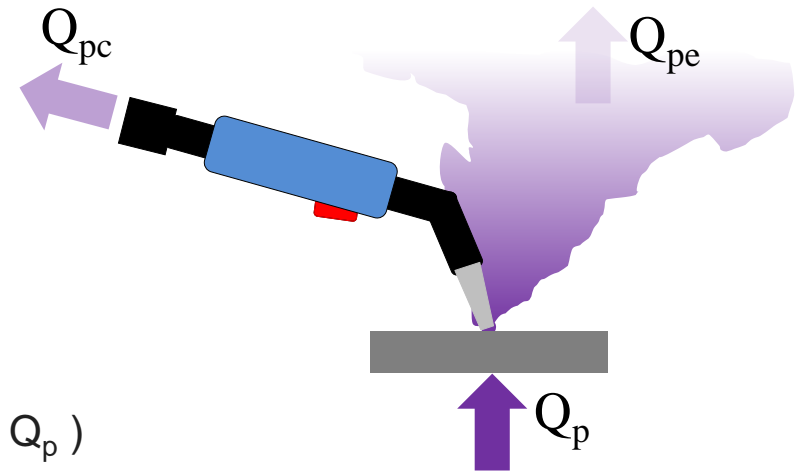
Quelle est la performance du captage ?

Caractérisation en relatif

- Efficacité de captage ($\eta = Q_{pc} / Q_p$)

Caractérisation en absolu

- Emission résiduelle ($Q_{pe} = (1-\eta) Q_p$)
- Ce qui est perçu par l'utilisateur
- Q_p est très variable en fonction des métaux d'apport, des régimes d'arc, ... ce qui pour une même torche aspirante va donner une perception différente de la performance
- Connaissance des facteurs influents sur l'émission est utile



Quels sont les paramètres influents ?

- ▶ Sur les débits d'émission
- ▶ Sur l'efficacité de captage

- ▶ Sur l'apparition de défauts de soudure

A partir de ces connaissances :

- Définir les caractéristiques souhaitées pour le captage
 - Orienter la conception des torches aspirantes
 - Fournir des valeurs cibles garantissant un fonctionnement optimal

- Proposer des situations de test discriminantes (norme ISO 15012-3)

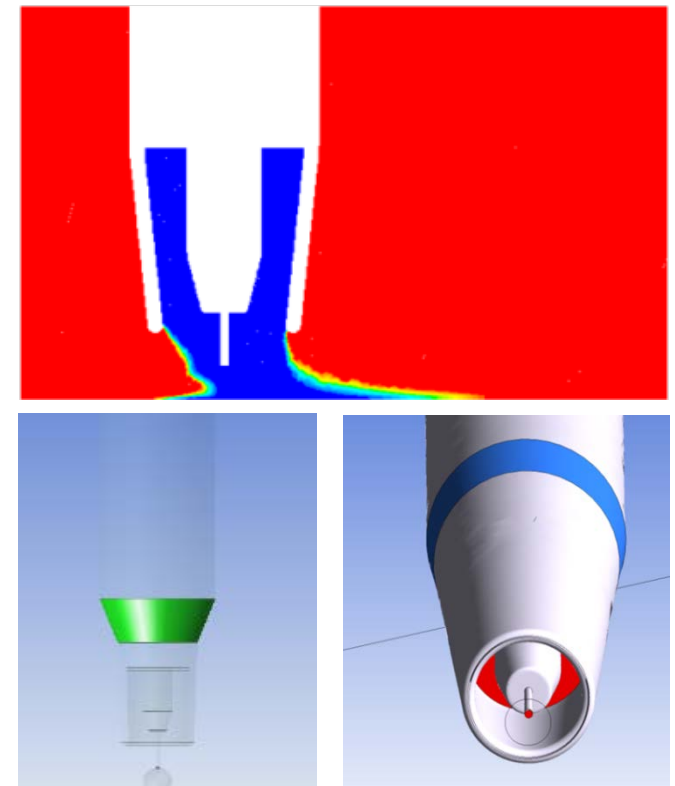
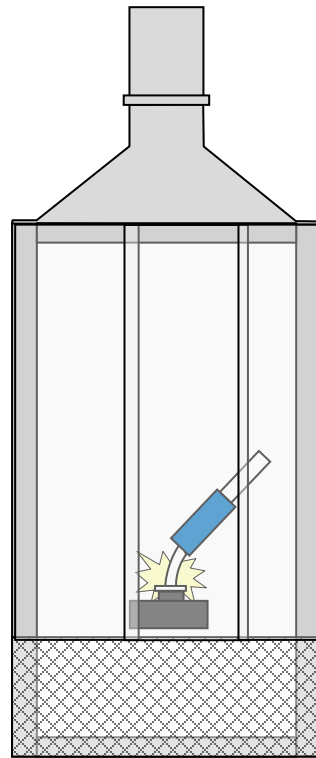
Travaux de recherche INRS

► Influence de paramètres tels que :

- la géométrie des torches, le débit extrait, l'angle d'inclinaison de la torche, la position de soudage, la puissance et mode le transfert, la géométrie de la pièce, le diamètre de fil...



Expérimentations en banc d'essai



Simulations numériques

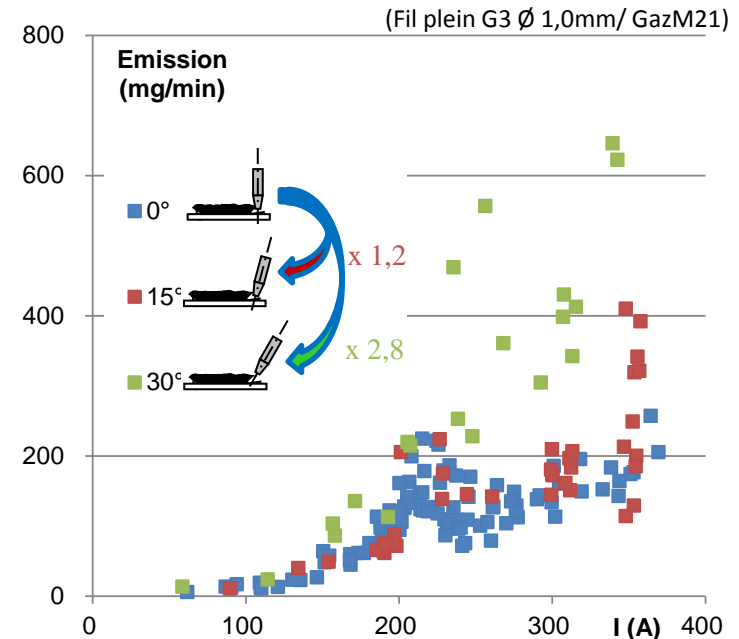
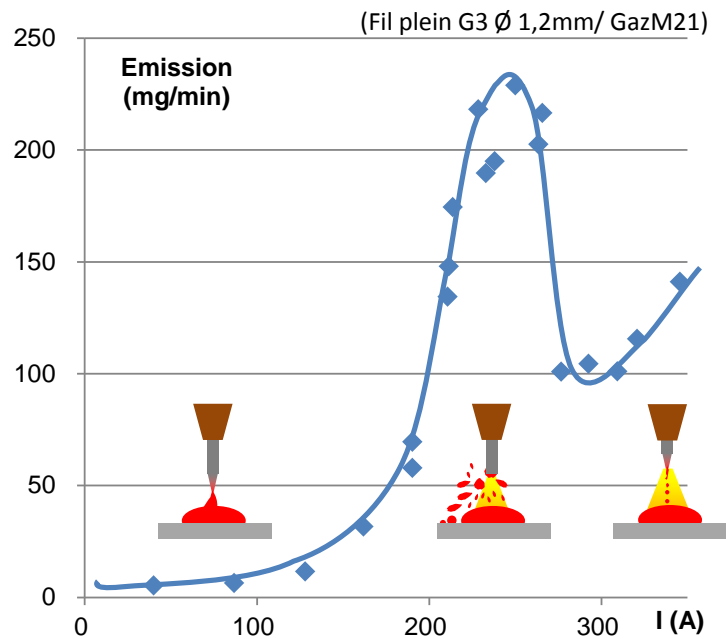
Variation de l'émission totale en fumée en faisant abstraction des composés et de la granulométrie

► Ordre de grandeur pour des paramètres « fixes » dans le process

- Métaux d'apport : fil plein -> fil fourré : x3
- Gaz de protection, pouvoir oxydant (%CO₂+%O₂) : entre 5% -> 20% -> x2

► Ordre de grandeur pour des paramètres variables au cours du process

- Intensité/mode de transfert : $\Delta 20A$ -> x 2
- Angle d'inclinaison de la torche par rapport à la surface 0°->30° : x3



Efficacité de captage / vitesse induite

► Conception de la torche : capacité à induire une vitesse de captage «suffisante» au point d'émission des fumées

➤ Le débit **Q** disponible au nez de torche

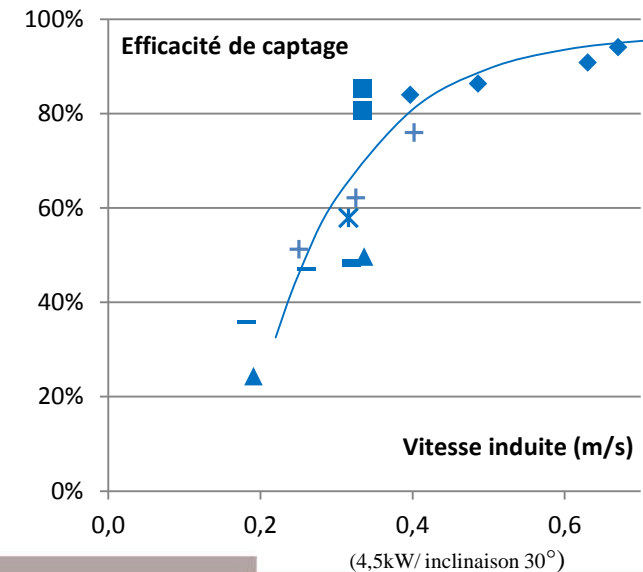
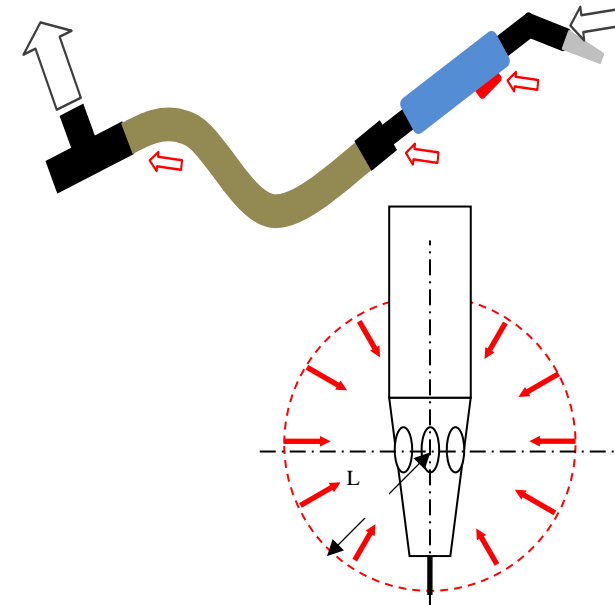
- Etanchéité de l'ensemble
 - (70 à 95% du débit disponible sur un panel de torches neuves)
- La résistance de la torche au passage de l'air = perte de charge
 - (panel de torches, même groupe d'extraction → 55 à 109 m³/h)

➤ La distance **L** séparant les ouïes d'aspiration du point d'émission des fumées

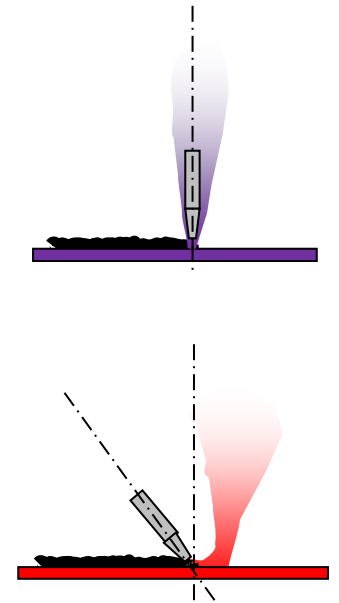
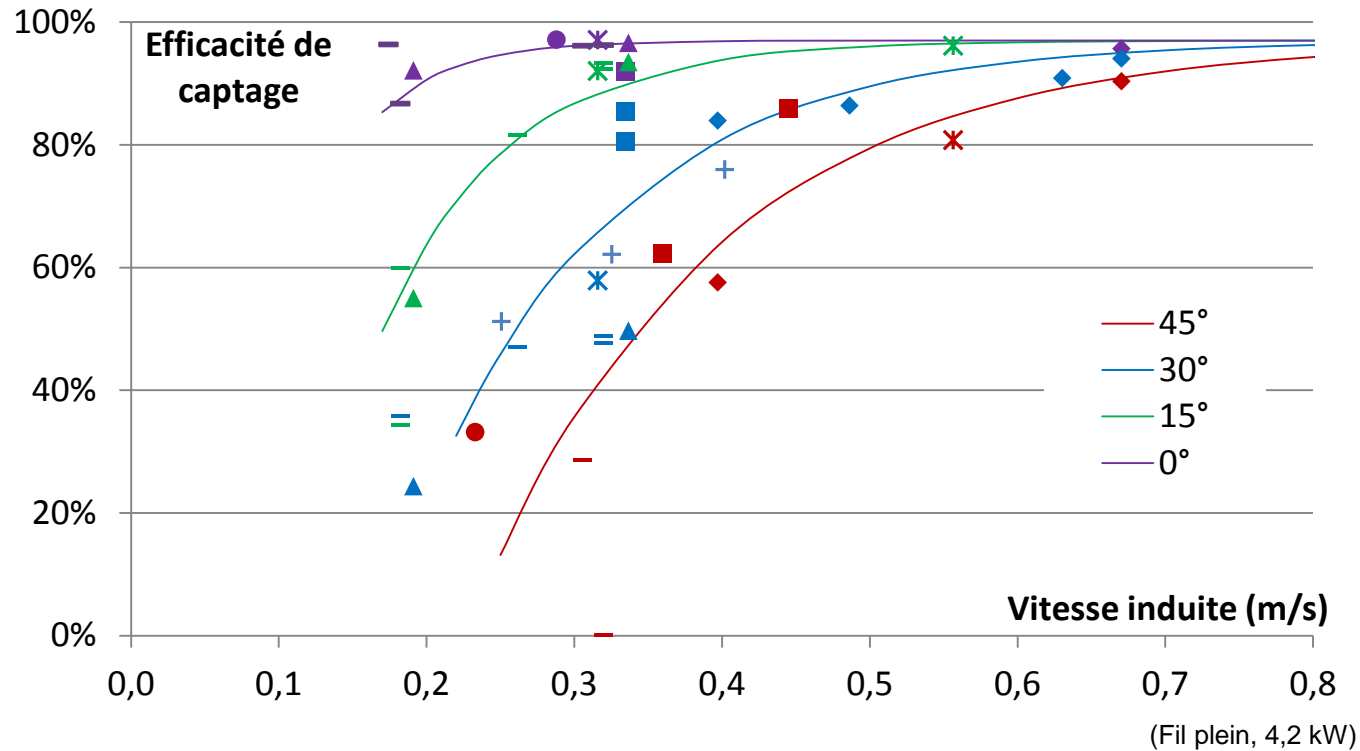
- Les valeurs rencontrées vont de 46 mm à 98 mm

$$V \approx \frac{Q}{4\pi L^2}$$

Distance L	Débit d'air extrait Q (m ³ /h)				
	25	50	75	100	125
45 mm	0,27	0,55	0,82	1,09	1,36
75 mm	0,10	0,20	0,29	0,39	0,49
100 mm	0,06	0,11	0,17	0,22	0,28

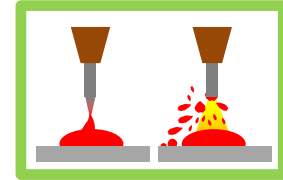
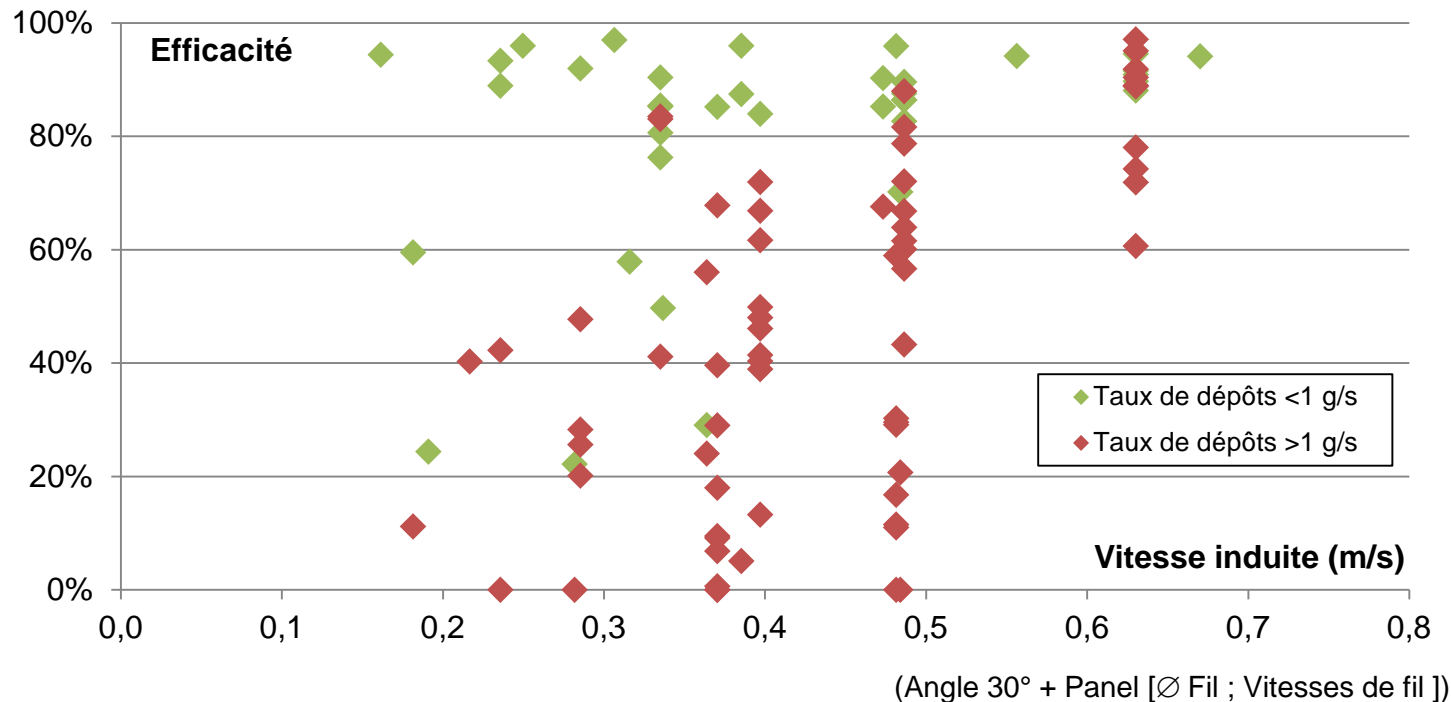


Efficacité de captage / inclinaison de la torche



- à 0°, efficacité élevée
- quand $\beta \uparrow$, efficacité \downarrow :
 - Les ouïes s'écartent du trajet des fumées
 - La vitesse initiale des fumées crée un flux tangentiel à la surface

Efficacité de captage / dépôt-puissance-mode de transfert



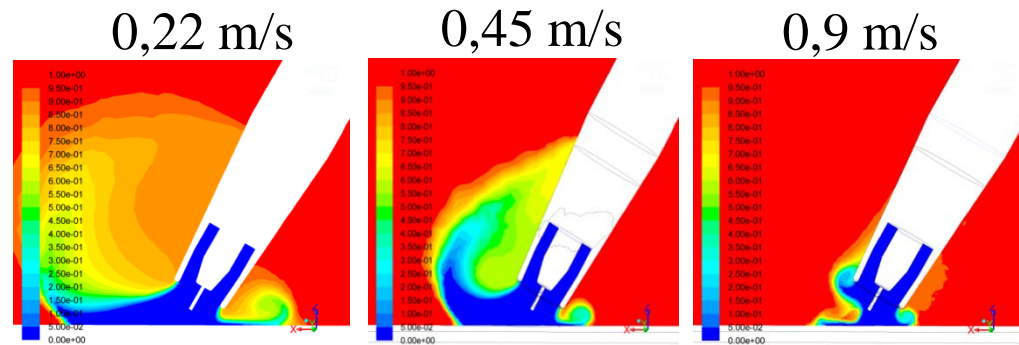
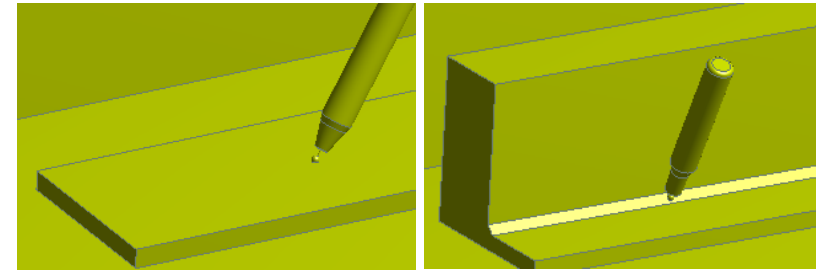
► Le captage est :

- Aisé pour les taux de dépôt <1 g/s (mode de transfert majoritairement du court-circuit et globulaire)
- Difficile pour les taux de dépôt > 1g/s (majoritairement pulvérisation axiale) (>250A)

► Raisons multiples et en partie corrélées

- Accélération du gaz par la température et les forces de Lorentz dans le plasma (pulvérisation axiale)
- Augmentation des vitesses ascensionnelles (effets convectifs liés à la puissance dissipée)

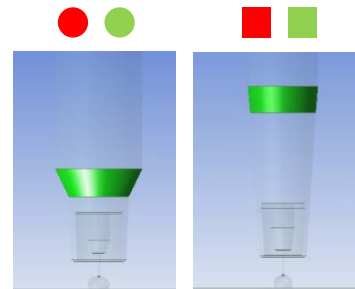
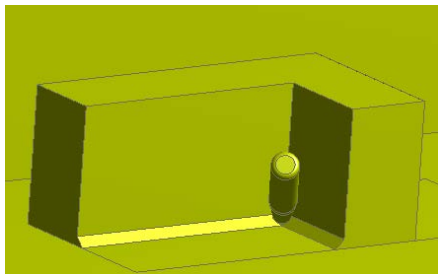
Soudage sur plat et en angle



➤ Défaut lié à la vitesse induite

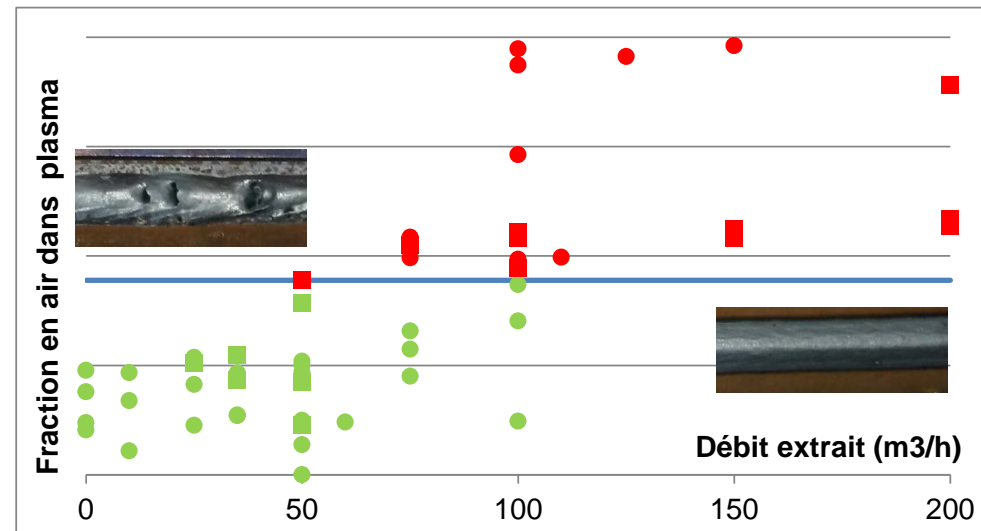
- En dessous de 0,7 m/s aucune porosité n'a été mise en évidence par simulation numérique
- Au-delà de cette valeur, le seuil d'apparition de défauts est lié à des paramètres tels que :
 - angle d'inclinaison / mode de transfert / diamètre de buse / débit de gaz protecteur

Soudage en coin



➤ Défaut lié au débit extrait

- Apparition possible à partir de 50 m³/h
- Systématique au-delà de 100 m³/h



Conclusions

Evaluation des performances sur le terrain

- Maîtrise des paramètres de l'émission lors de mesures d'exposition « avant-après »
 - Intensité de soudage (voisinage du mode de transfert globulaire) / inclinaison de la torche

Efficacité de captage

- La vitesse induite est le paramètre principal de l'efficacité de captage
 - Abandon du référentiel en débit à 100m³/h
- Les vitesses à mettre en œuvre sont fonction des puissances / modes de transfert;
 - Un minimum de 0,25 m/s
 - Pour des intensités >250A, des vitesses de 0,5 m/s sont à considérer
 - Pour des intensités >250A, les efficacités dépassent rarement les 80% (facteur 5 de réduction)
- Le captage est performant quand la torche est normale à la surface;
 - Eviter les démonstrations de matériel dans cette configuration non discriminante qui ne correspond pas à l'usage réel
 - Aménager le poste et informer pour favoriser des angles d'inclinaison faibles

Qualité de soudure

- En soudage à plat et en angle une vitesse induite inférieure à 0,7m/s ne génère pas de défauts
- Des défauts peuvent se produire dans les coins à partir d'un débit aspiré de 50 m³/h
 - A minima, le futur utilisateur de la torche aspirante doit en être informé
 - Les événements manœuvrables par l'utilisateur n'apportent pas une solution satisfaisante (baisse trop faible du débit)
 - Evolution souhaitable vers des torches permettant de satisfaire les exigences de vitesses induites à faibles débits

Offre des constructeurs

- Les vitesses de 0,5 m/s peuvent être atteintes, mais souvent au prix de capteurs mobiles surajoutés
- Les constructeurs atteignent la vitesse induite de 0,25m/s et font évoluer leurs produits pour l'augmenter



Notre métier, rendre le vôtre plus sûr
www.inrs.fr

