

# ***Technologie de coupage au plasma : Théorie et pratique***

Manuel de l'étudiant



Propulsé par Hypertherm®

893412 – Révision C

# Introduction

---

Bienvenue à cette formation **Technologie de coupage au plasma : théorie et pratique**. Ce guide de l'étudiant vous servira tout au long de la formation à suivre le déroulement du cours avec l'animateur et à participer à tous les exercices et activités pratiques.

**À propos des concepteurs de cette formation** : Hypertherm conçoit et fabrique les systèmes de coupage au plasma les plus avancés au monde qui sont utilisés au sein d'un grand éventail d'industries telles que la construction navale, la fabrication ou la réparation automobile. Sa gamme de produits offre autant des systèmes plasma mécanisés que manuels, ainsi que des commandes CNC de mouvement et de hauteur. Les systèmes Hypertherm sont réputés pour leur fiabilité et leurs performances, deux éléments qui se traduisent par plus de productivité et de rentabilité pour des dizaines de milliers d'entreprises. La notoriété pour son innovation en plasma de cette entreprise basée au New Hampshire remonte à 40 ans en arrière, soit en 1968, avec l'invention par Hypertherm du coupage plasma à injection d'eau. Cette entreprise, citée régulièrement comme l'un des meilleurs endroits où travailler en Amérique, possède plus de 1 000 associés ainsi que des opérations et des partenaires de représentation à travers le monde. Pour en savoir davantage, veuillez visiter [www.hypertherm.com](http://www.hypertherm.com).

## Synopsis de la formation

- Session 1 : Qu'est-ce que le plasma?
- Session 2 : L'utilisation des systèmes plasma en industrie
- Session 3: Survol d'un système plasma
- Session 4: Utiliser le manuel de l'opérateur du système plasma
- Session 5: Le maniement d'un système plasma
- Session 6: Évaluation de la qualité de coupe et dépannage
- Session 7: Examen théorique
- Session 8: Coupage à main levée et au gabarit
- Session 9: Perçage de trou et gougeage première partie
- Session 10: Gougeage deuxième partie et évaluations finales

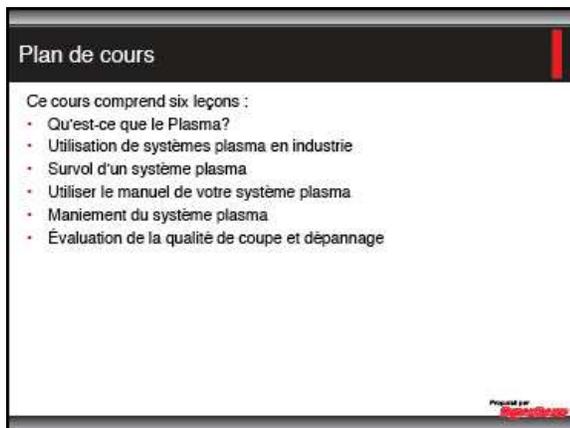
# Session 1: Qu'est-ce que le plasma?

---

## Introduction



### Diapo 0: Titre de la Session



### Diapo 1: Plan de cours

Le cours comprend six leçons, incluant chacune des activités en classe :

1. Qu'est-ce que le Plasma?
2. Utilisation de systèmes plasma en industrie
3. Survol d'un système plasma
4. Utiliser le manuel de votre système plasma
5. Maniement du système plasma
6. Évaluation de la qualité de coupe et dépannage

## Objectifs du cours

Dans ce cours, vous apprendrez :

- Ce qu'est le plasma et comment il fonctionne.
- Les usages industriels des systèmes plasma.
- Comment le plasma se compare aux autres méthodes de coupage.
- Les composants d'un système plasma, y compris les consommables.
- Les mesures de sécurité du plasma.
- Comment réaliser des :
  - Coupes avec décrochage
  - Coupes à main levée
  - Coupes avec guide/gabarit
  - Perçages de trou
  - Gouges
- Comment évaluer la qualité des coupes.

## Diapo 2: Objectifs du cours

Une fois ce cours complété, vous devriez être en mesure de :

- Connaître ce qu'est le plasma et comment cela fonctionne.
- Identifier des usages industriels pour les systèmes plasma.
- Comparer et différencier le plasma par rapport aux autres méthodes de coupage, notamment l'oxygaz et le laser.
- Identifier les composants d'un système plasma, y compris les consommables.
- Connaître et comprendre les mesures de sécurité du plasma.
- Être plus habile à réaliser des :
  - **Coupes avec décrochage**
  - **Coupes à main levée**
  - **Coupes avec guide/gabarit**
  - **Perçages de trou**
  - **Gouges**
- Être capable d'évaluer la qualité des coupes.

**Coupe en biseau:** La technique de coupage où la torche est inclinée pour réaliser un angle sur le bord de la pièce.

**Coupe avec décrochage:** Coupe où l'une des portions de la plaque coupée se détache de la pièce principale et tombe.

**Coupe à main levée:** Coupe effectuée sans l'aide d'une règle ou d'un gabarit.

**Gougeage:** L'action d'enlever une couche de métal de la surface d'une plaque sans la traverser en entier ; utilisé pour enlever de vieilles soudures ou pour préparer une surface pour le soudage.

**Perçage de trou:** Une méthode d'amorcer une coupe dans laquelle l'arc plonge dans et finalement à travers la pièce préalablement au coupage comme tel.

**Coupe avec gabarit:** Coupe effectuée avec une règle ou un gabarit pour guider celle-ci le long d'un trajet prédéterminé.

## Évaluation du cours

- Examen portant sur la matière vue en classe.
- Évaluations de la qualité de coupe.

The image shows a screenshot of a course evaluation form. The form is titled 'Évaluation de la qualité de coupe' and is part of a 'Cours de 7 modules'. It contains several sections for providing feedback, including a section for 'L'INSTRUCTEUR' and another for 'L'ÉVALUATION DE LA QUALITÉ DE LA COUPE'. The form is presented as a stack of pages, with the top page being the most visible.

### Diapo 3: Évaluation du cours

Vous serez évalués sur la base de :

- Un examen de 30 questions inspiré de la matière vue durant les six leçons.
- Autoévaluation et évaluation par l'instructeur des coupes réalisées avec le système plasma.

## Qu'est-ce qu'un système plasma?

**Qu'est-ce qu'un système plasma?**

- Les systèmes plasma coupent les métaux et autres matériaux conducteurs.
- Il y a deux types de découpeuse plasma :
  - Manuelle – l'opérateur tient la torche pour couper.
  - Automatisée – le coupage est effectuée par un appareil mécanique automatisé.
- Il utilise l'électricité et le gaz pour créer un arc plasma.
- Les pièces consommables compriment et dirigent l'arc.
- Les systèmes plasma servent à faire fondre le matériau et chasser cette matière fondue loin de l'arête de coupe.



Présenté par  
Hypertherm

### Diapo 4: Qu'est-ce qu'un système plasma?

- Les systèmes plasma sont des appareils conçus pour couper des métaux et autres matériaux conducteurs de diverses épaisseurs.
- Ils vont de l'unité manuelle transportable jusqu'à l'unité automatisée montée sur une table.
- Un système plasma utilise l'électricité et le gaz pour créer un arc à très haute température (20 000° C), c'est-à-dire le plasma.
- Les pièces consommables maintenues par la **torche** servent à comprimer et à diriger l'arc, ce qui maximise son efficacité à couper le métal.
- Les systèmes plasma utilisent l'arc et le flux de gaz, qui donne la forme à l'arc, pour respectivement faire fondre le matériau et le chasser loin de l'arête de coupe.

**À quoi servent les systèmes plasma?**

- couper n'importe quel matériau électriquement conducteur tels que acier, aluminium, acier inoxydable et cuivre.
- La méthode la plus rapide pour des matériaux de ¼" (6.3mm) à 1¼" (31.8 mm) d'épaisseur.
- Ils coupent jusqu'à 2" (50.8 mm) d'épaisseur et plus.
- Ils servent aussi au perçage, au gougeage et au façonnage.



Présenté par  
Hypertherm

### Diapo 5: À quoi servent les systèmes plasma?

- Les systèmes plasma peuvent couper **n'importe quel** matériau électriquement conducteur : les plus communs sont l'acier, l'aluminium, l'acier inoxydable et le cuivre.
- Le coupage au plasma est généralement la méthode la plus rapide pour couper des matériaux entre ¼" (6.3mm) et 1¼" (31.8mm) d'épaisseur.
- Les découpeuses au plasma classiques peuvent couper une plaque allant jusqu'à 2" (50.8mm) d'épaisseur. Cependant, certaines machines industrielles spécialisées sont capables de couper des matériaux encore plus épais.
- Les découpeuses au plasma sont aussi utilisées pour le perçage, le gougeage et au façonnage (i.e. coupes en biseau).

#### Torche

La partie du système plasma qui sert à effectuer le coupage comme tel.



### Diapo 6: Les types de système plasma

- Manuel – unité facile à transporter, souvent avec une torche façonnée pour la main, ayant une capacité habituelle de couper des plaques allant jusqu'à 2" (5cm) d'épaisseur. Certaines torches droites spéciales permettent pour certaines applications d'utiliser ces systèmes sur des tables de coupage CNC.
- Mécanisé – Se retrouve généralement dans une installation industrielle en vue d'une utilisation dans des cycles de grande production. Est habituellement optimisé soit pour le coupage de grande qualité, soit pour le coupage de grande vitesse; de plus, certains systèmes sont capables de couper des matériaux extrêmement épais.

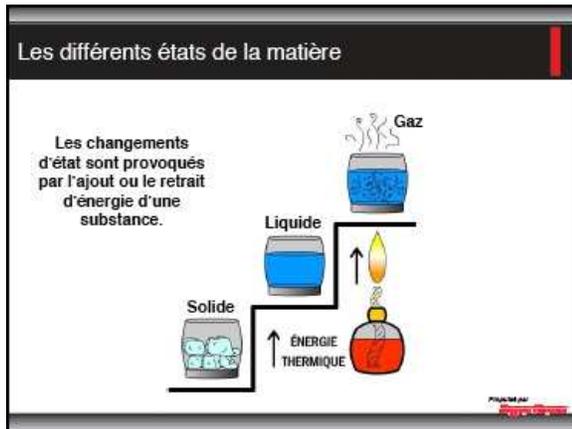
## Démonstration d'un système plasma



### Diapo 7: La sécurité pour les observateurs

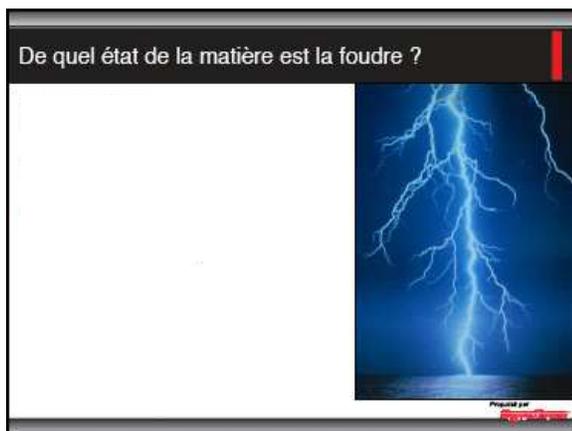
- **Vapeurs toxiques** – Le matériau pendant la coupe peut être une source de vapeurs toxiques ou de gaz appauvrissant l'oxygène. Les métaux pouvant relâcher des vapeurs toxiques sont, sans les nommer tous, l'acier inoxydable, l'acier au carbone, le zinc (galvanisé) et le cuivre. Les métaux peuvent aussi être enduits de substances, telles que le plomb, le cadmium ou le béryllium entre autres, pouvant relâcher des vapeurs toxiques .
- **Brûlures par l'arc plasma** – L'arc plasma se forme instantanément lorsque la gâchette de la torche est activée et coupera rapidement à travers les gants et la peau. Restez à bonne distance de l'extrémité de la torche et de la trajectoire de coupage ; de même, ne pointez jamais la torche vers autrui ou vous-mêmes.
- **Protection des yeux et de la peau** – Le rayonnement de l'arc plasma produit d'intenses rayons visibles et invisibles (ultraviolets et infrarouges) qui peuvent brûler les yeux et la peau. Utilisez une protection pour les yeux ayant la teinte de verre appropriée et portez des vêtements protecteurs, tels que gants à manchettes, souliers de sécurité, chapeau, vêtements ignifuges et pantalons sans coffres afin de prévenir l'entrée d'étincelles ou de scories. Enlevez toute matière combustible de vos poches avant de couper.
- **Stimulateur cardiaque et prothèses auditives** – Le bon fonctionnement des stimulateurs cardiaques ou des prothèses auditives peut être affecté par les champs magnétiques émanant de courants de haute intensité. Les porteurs de tels appareils devraient consulter un médecin avant de s'approcher de toute opération de coupage ou gougeage à l'arc plasma.

## Qu' est-ce que le plasma?



### Diapo 8: Le plasma est un état de la matière

- Les ingénieurs utilisent le terme « état » pour nommer la forme physique d'une substance. Des exemples courants « d'états » sont solide, liquide ou gazeux. Sous les conditions adéquates, tout élément ou composé chimique peut exister dans l'un de ces trois états.
- Lorsqu'une substance change d'état, sa composition chimique ne change pas, seule sa forme physique est changée.
- Un changement d'état est toujours causé par l'ajout ou le retrait d'énergie d'une substance. Ajouter de l'énergie thermique à une substance peut augmenter sa température et éventuellement provoquer un changement d'état.
- Si de l'énergie thermique est ajoutée à de la glace, sa température augmente et elle passe de l'état solide (glace) à l'état liquide (eau). Ajouter encore plus de chaleur transformera éventuellement ce liquide en gaz (vapeur).
- Pour la plupart des substances, les états de plus faible niveau d'énergie (solides) tendent à être plus rigides et denses que les états de niveau d'énergie plus élevés.



### Diapo 9: Quel est l'état de la foudre?

**Le plasma est le 4<sup>e</sup> état de la matière**

Caractéristiques communes aux plasmas :

- Brillant – émet de l'énergie lumineuse
- Chaud – émet de l'énergie thermique

**Le plasma possède plus d'énergie que ce qu'un gaz n'est capable d'en contenir.**



**Diapo 10: Le plasma est le 4<sup>e</sup> état de la matière.**

- Les caractéristiques communes aux divers plasmas tels que la foudre sont : ils sont brillants (émettent de la lumière) et ils sont en général chauds (émettent de l'énergie thermique).
- Le plasma possède plus d'énergie qu'un gaz n'est capable d'en contenir. Les molécules dans le plasma se décomposent alors : elles sont dans un état excité au point de ne plus être un gaz.
- C'est pourquoi le plasma est appelé le « 4<sup>e</sup> état de la matière. »

## Exercice sur le plasma

Encerclez les éléments du monde environnant qui contiennent du plasma.

Les étoiles

Les éléments dans un  
four électrique

Les téléviseurs au plasma

Les aérosols

Les DEL

La foudre

La vapeur

Les tubes fluorescents

La fumée

Les lampes au néon

Les aurores boréales

Les ampoules ordinaires

## Diapo 11: Comment le plasma est-il créé dans un système plasma?



Les torches plasma manuelles sont au départ alimentées en gaz et en courant par le bloc d'alimentation. Ensuite, elles contiennent une série de pièces consommables, comme celles présentées ici, qui servent à donner la forme à l'arc plasma et à la maintenir. Au repos, l'**électrode** et la **buse** sont en contact. Le gaz « souffle » l'électrode pour la repousser, créant ainsi un espacement dans le cheminement du courant. Les électrons sont alors éjectés de l'électrode et entrent en collision avec les molécules neutres du gaz. Chaque collision libère d'autres électrons et crée ainsi des molécules de gaz chargées positivement (des ions). Une colonne de collisions en cascade se crée ; cette colonne émet de l'énergie thermique (ou chaleur) et un rayonnement lumineux (ou lumière) : c'est le plasma. Le gaz tourbillonnant à l'intérieur de la torche positionne l'arc précisément au centre de l'électrode et le pousse à l'extérieur de la buse, où il pourra servir à couper ou gouger le métal.

Une découpeuse à l'arc plasma consiste en une torche et un bloc d'alimentation. Le bloc d'alimentation est très semblable à une batterie : il peut fournir un courant électrique en CC. Le « moyen de transport » de ce courant électrique est ce que l'on appelle les électrons et les électrons possèdent une charge négative. Les électrons vont donc cheminer de la borne négative en suivant le trajet jusqu'à la borne positive, formant ainsi un circuit.

Il y a deux pièces « consommables » raccordées au circuit : ce sont l'électrode et la buse. « Consommables » signifie simplement que ces pièces sont peu à peu endommagées par le contact avec l'arc et la chaleur de l'arc plasma ; éventuellement, elles s'useront donc et auront à être remplacées. Les autres pièces consommables sur une torche sont entre autres le diffuseur, la buse de protection et le blindage. Les consommables contrôlent la grandeur et la forme de l'arc plasma ; ces jeux de pièces peuvent être optimisés pour des utilisations spécifiques ou pour mettre l'accent sur une qualité en particulier telle que la vitesse de coupe ou la qualité de coupe. Quelques jeux de consommables sont conçus pour couper le métal mince dans le cadre d'un projet artistique. Ces consommables sont utilisés avec un retrait minimal et font en coupant une **saignée** très étroite. D'autres types de consommables sont conçus pour le gougeage ou pour faire des coupes rapides dans des matériaux plus épais : ces jeux créent un arc plus grand et plus large.

<b>Électrode:</b>	La pièce dans un jeu de consommables qui émet un jet constant d'électrons pour produire l'arc plasma.
<b>Saignée:</b>	Le vide laissé par l'enlèvement linéaire de matière pour n'importe quel type de procédé de coupage ; par exemple, la largeur de la lame de scie lorsque l'on coupe du bois.
<b>Buse:</b>	Une pièce consommable de la torche présentant un orifice, ou un trou, à travers duquel l'arc passe

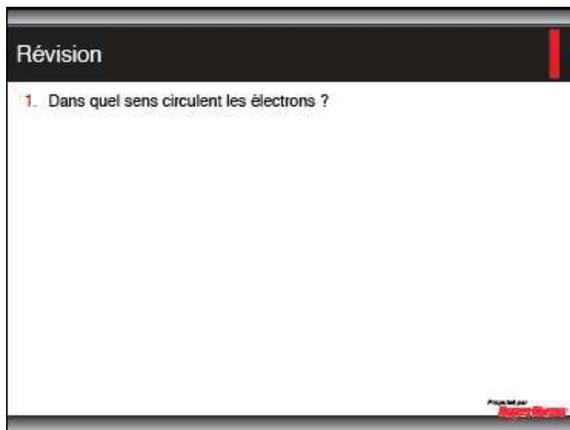
Dans une découpeuse à l'arc plasma, la torche est raccordée au circuit avec l'électrode reliée à la borne négative et la buse, à la borne positive. Lorsque l'électrode et la buse sont conducteurs et se touchent l'une l'autre, le courant circule à travers celles-ci sans entraves : il faut donc créer un espacement dans le circuit de manière à amorcer un arc électrique. Le bloc d'alimentation de la découpeuse à l'arc plasma fournit le gaz de procédé (habituellement de l'air comprimé sur les systèmes manuels) à la torche. L'une des façons de créer un arc électrique consiste à utiliser la pression du gaz de procédé pour séparer l'électrode et la buse l'une de l'autre. Amorcer une torche de coupage à l'arc plasma en séparant une électrode et une buse court-circuitées pour former l'arc est appelé « amorçage par contact » parce que l'électrode et la buse sont en contact l'une et l'autre au départ.

Lorsque l'électrode et la buse se séparent tout en véhiculant déjà du courant, l'électrode émet un flux d'électrons à partir de son embout en **hafnium**. Au fur et à mesure que les électrons accélèrent dans l'espacement, ils entrent en collision avec les molécules neutres du gaz avec assez de force pour libérer encore plus d'électrons. Alors, les électrons ainsi libres sont ré-accélérés vers la buse par le champ électrique tandis que les ions positifs sont accélérés vers l'électrode rendant encore plus de collisions possibles. Toutes ces collisions créent de plus en plus d'ions positifs et d'ions négatifs libres.

Une colonne de collisions en cascade se forme ; cela crée de l'énergie thermique et un rayonnement lumineux – c'est le plasma – qui résultent en la formation d'une étincelle. Cette étincelle est similaire à celle créée en retirant la fiche du grille-pain de la prise murale pendant qu'il fonctionne. La différence est que l'étincelle de la fiche du grille-pain est éphémère tandis que le bloc d'alimentation du système plasma est conçu, quant à lui, pour alimenter l'étincelle avec du courant, transformant instantanément alors l'étincelle en arc. L'arc qui se forme ainsi entre l'électrode et la buse se nomme « l'arc pilote ». Le gaz provenant du bloc d'alimentation est alors utilisé pour pousser l'arc hors de l'orifice de la buse.

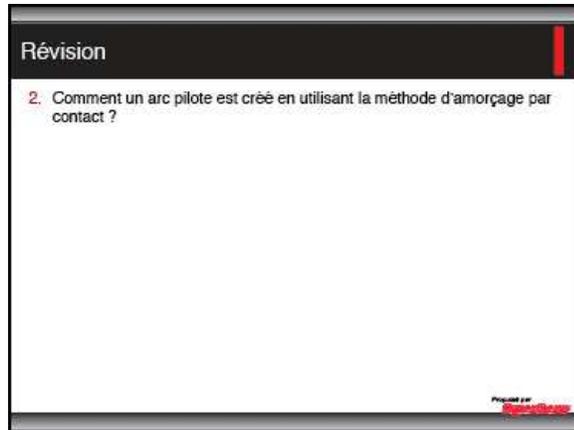
Une fois l'arc pilote établi, il faut faire entrer la pièce à tailler dans le circuit. L'étape cruciale ici est de convertir l'arc pilote (entre l'électrode et la buse) en « arc transféré », c'est à dire entre l'électrode et la pièce à tailler. Au fur et à mesure que la torche approche la pièce à couper et que l'arc pilote établit peu à peu un contact avec la plaque, la buse et la pièce commencent à se partager le courant du plasma. Le bloc d'alimentation force alors tout le courant à passer par la pièce. Le bloc d'alimentation augmente ensuite le courant au niveau nécessaire pour que la coupe comme telle du métal débute.

#### Diapos 12 - 16: Révision et discussion

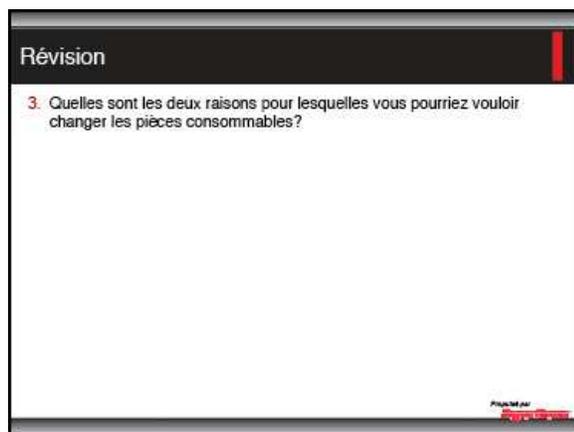


#### Diapo 12: Dans quel sens circulent les électrons?

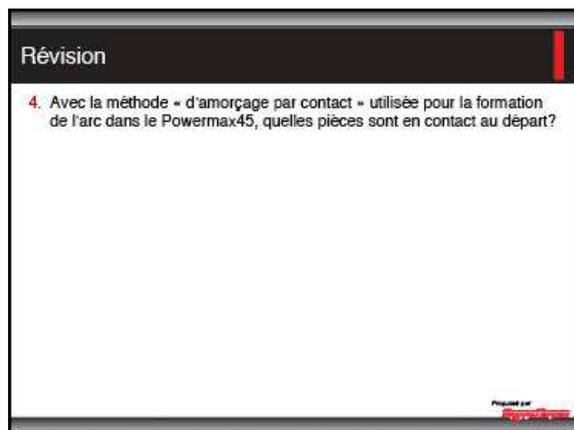
**Hafnium:** Le métal couramment utilisé en tant qu'émetteur d'électrons avec l'air ou l'azote comme gaz plasmagène.



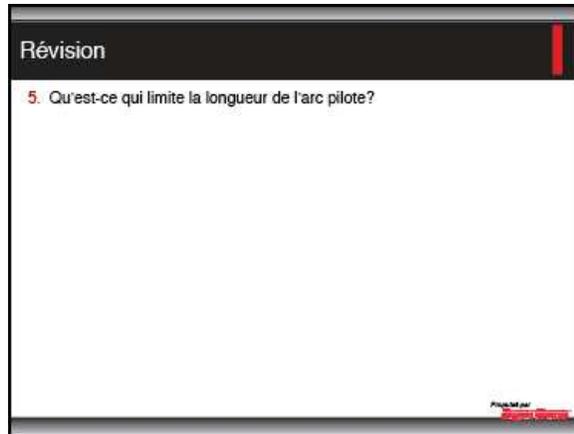
**Diapo 13: Comment un arc pilote est créé en utilisant la méthode d'amorçage par contact ?**



**Diapo 14: Quelles sont les deux raisons pour lesquelles vous pourriez vouloir changer les pièces consommables?**



**Diapo 15: Avec la méthode « d'amorçage par contact » utilisée pour la formation de l'arc dans le Powermax45, quelles pièces sont en contact au départ?**

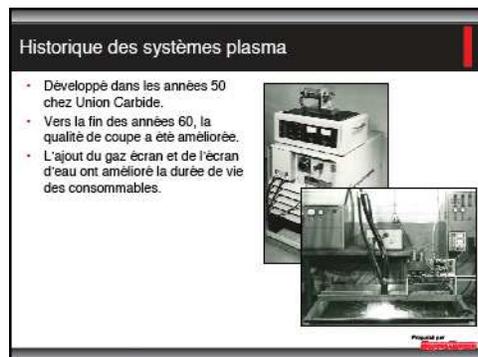


**Diapo 16: Qu'est-ce qui limite la longueur de l'arc pilote?**

**Scories:**

Oxydes et métal en fusion re-solidifiés qui adhèrent au bord de l'arête sur le dessus ou le dessous de la pièce taillée pendant le coupage thermique.

## Diapo 17: Historique des systèmes plasma



### Historique des systèmes plasma

Le coupage au plasma a été développé au milieu des années 50 par un ingénieur de développement d'Union Carbide nommé Bob Gage. Union Carbide avait conçu une torche de soudage TIG hélium appelée Heliarc pour le soudage de l'acier inoxydable et d'alliages exotiques. Gage comprima l'arc de soudage avec une buse et augmenta le flux de gaz. En faisant cela, il créa assez d'élan pour le gaz et de chaleur pour que l'arc puisse couper au travers du matériau. Gage obtint alors un brevet pour le coupage à l'arc plasma en 1957. Au

départ, le plasma était utilisé pour couper l'acier inoxydable, ce dernier ne pouvant être coupé à l'oxygaz. La qualité de coupe et la fiabilité des premiers systèmes plasma étaient médiocres ; de plus, à la fin des années 50 et début des années 60, ils ne répondaient qu'à un besoin très spécifique dans un marché relativement restreint. L'acier inoxydable n'était qu'une très petite partie de l'ensemble total de production d'acier dans le monde ; l'acier au carbone et les aciers spéciaux en constituaient plutôt la majeure partie. La plupart des clients donc n'achetaient de système de coupage plasma que par nécessité.

À la fin des années 60, plusieurs compagnies effectuaient des recherches sur le coupage au plasma. L'acier inoxydable n'était pas la seule avenue pour le coupage plasma : il présentait aussi un avantage marqué en terme de vitesse de coupe par rapport à l'oxygaz sur l'acier au carbone. La qualité de coupe du plasma sur l'acier au carbone n'était pas fameuse, mais si le plasma pouvait devenir une option viable pour la coupe de l'acier au carbone, le marché du plasma grandirait rapidement. Toutefois, les chercheurs se devaient de trouver une réponse à la question : pourquoi quelqu'un voudrait-il acheter un plasma à la place de l'oxygaz pour couper de l'acier au carbone ? La solution était donc de diriger les recherches sur l'amélioration de la qualité de coupe.

Un perfectionnement suivait l'autre. L'addition d'un gaz écran améliora la durée de vie des pièces consommables. Changer par la suite le gaz écran par un écran d'eau permit une durée de vie encore meilleure. L'utilisation de l'eau traça la route pour le coupage plasma à injection d'eau : faire tourbillonner l'écran d'eau améliora la vitesse de coupe, la qualité de coupe et la durée de vie des consommables. Bien qu'il y avait encore des défis importants vis à vis la formation de **scories**, il devenait clair que le plasma deviendrait une alternative à l'oxygaz pour couper de l'acier au carbone. Le défi suivant consistait à pouvoir faire, de manière systématique, des coupes de haute qualité à l'aide du plasma. Même jusque dans les années 70, les systèmes plasma étaient dispendieux, peu fiables et spécialisés en coupe d'acier inoxydable. Les consommables pouvant durer plus de 100 amorçages étaient rares. Les opérateurs n'étaient jamais certains de ce qui allait arriver au moment d'appuyer sur le bouton de mise en marche. Les différences de composition du métal affectaient grandement la qualité de coupe. Les fabricants de systèmes plasma avaient besoin de trouver une méthode de coupage qui fonctionnait bien sur toutes les variétés d'acier au carbone.

La solution était le coupage au plasma oxygène, qui utilisait l'oxygène pour créer une réaction chimique additionnelle avec l'acier au carbone. La qualité de coupe s'améliora et les opérateurs étaient en mesure de faire des coupes ayant peu ou pas de scories. Il y avait toutefois un compromis à faire : l'oxygène produisait un arc plus chaud ce qui usait plus rapidement les consommables. Les acheteurs aimaient les vitesses de coupe plus rapides mais étaient frustrés par les pertes de temps de production causées les changements incessants de consommables. En 1983, ce problème fut réglé par l'injection d'eau qui refroidissait la buse et faisait durer les consommables plus longtemps.

## Diapo 18: Historique des systèmes plasma (suite)

**Historique des systèmes plasma**

- Le coupage au plasma oxygène a augmenté la qualité et la vitesse de coupe.
- Depuis les années 80, il y a eu plusieurs avancées majeures :
  - Torches plasma manuelles
  - Designs avec amorçage par contact
  - Blocs d'alimentation plus petits
- Le plasma est maintenant un procédé de coupage thermique fiable et rentable.

Depuis les années 80, il y a eu plusieurs avancées importantes en technologie de coupage au plasma. Les torches plasma manuelles qui utilisaient l'air comme gaz de procédé rendait le plasma accessible aux ateliers qui n'avaient pas accès aux bouteilles de gaz. Peu après, le mécanisme d'amorçage des systèmes plasma manuels a été redessiné, supprimant le besoin de hautes fréquences pour l'amorçage. La nouvelle conception d'amorçage par contact permettait d'avoir de plus petites pièces dans l'appareil. Réduire le format et le nombre de pièces des blocs d'alimentation fit une différence énorme en terme de poids. En comparaison, un bloc

d'alimentation pour le coupage manuel en 1985 pesait près de 400 livres : aujourd'hui, il y a des systèmes manuels qui ne pèsent que 20 livres seulement !

Il y a 25 ans, quelques personnes croyaient qu'il n'y aurait plus d'améliorations majeures à apporter au procédé de coupage plasma. Maintenant, plus de 50 ans après sa conception initiale, nous savons que les fabricants de plasma ne sont pas près d'épuiser les capacités du plasma. Pendant qu'il n'y a eu aucun développement technologique notable dans le champ du coupage oxygaz depuis plusieurs années, le coupage plasma continue de poursuivre son envolée. Les dernières 10 années seulement ont été témoin d'avancées rapides dans la qualité de coupe, la durée de vie des consommables et la polyvalence du plasma. Le plasma est maintenant un procédé de coupage thermique fiable et rentable. Et, les recherches actuelles donnent à penser que les capacités du plasma s'amélioreront encore davantage.

## Synthèse

**Questions du devoir**

1. Comment définiriez-vous le plasma?
2. Nommez trois exemples de plasma dans le monde environnant.
3. Décrivez comment un arc est créé dans un système plasma.
4. Comment le plasma fait-il pour couper?

## Diapo 19: Synthèse et survol des questions du devoir

Nom : \_\_\_\_\_

Date : \_\_\_\_\_

## **Technologie de coupage au plasma : théorie et pratique**

### **Devoir #1 : Qu'est-ce que le plasma?**

1. Comment définiriez-vous le plasma?

---

---

---

---

2. Nommez trois exemples de plasma dans le monde environnant :

---

---

---

---

3. Décrivez comment un arc est créé dans un système plasma :

---

---

---

---

4. Comment le plasma fait-il pour couper?

---

---

---

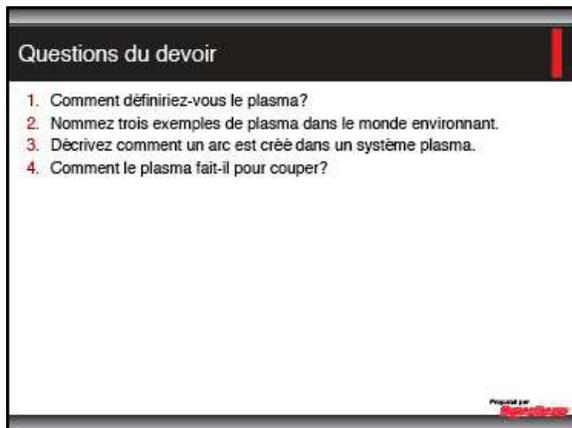
---

# Session 2: L'utilisation des systèmes plasma en industrie

## Introduction



Diapo 0: Titre de la session



Diapo 1: Questions du devoir

## Les usages appropriés pour le coupage plasma

**Quels matériaux et quelles épaisseurs conviennent le mieux au coupage plasma?**

- Tous les métaux électriquement conducteurs.
- Les systèmes plasma manuels peuvent couper des matériaux allant de très minces jusqu'à 2" (50.8mm) d'épaisseur en fonction de leur capacité.
- Les systèmes à haute intensité peuvent couper jusqu'à 6" d'épaisseur.
- Les systèmes plasma peuvent couper des métaux sales, peints ou rouillés sans travaux préliminaires.
- Le plasma peut couper des plaques, des feuilles de métal, des tôles minces, des tuyaux et du métal déployé (grilles).



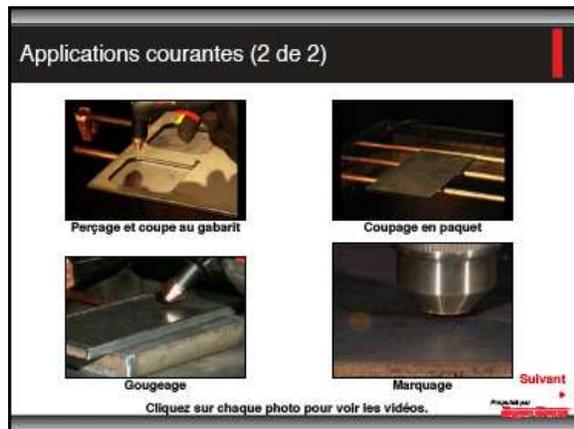
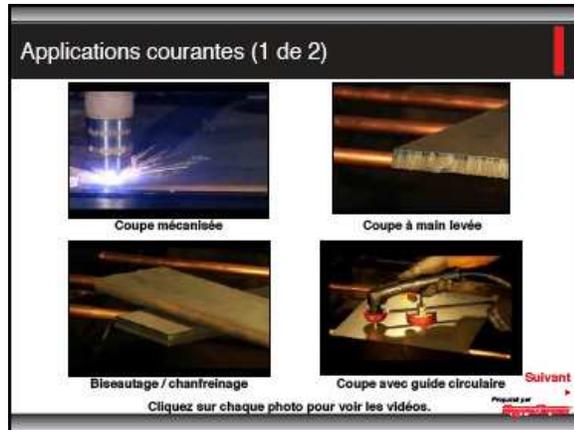
PRAXAIR  
Hypertherm

### Diapo 2: Quels matériaux et quelles épaisseurs conviennent le mieux au coupage plasma?

- Tous les métaux électriquement conducteurs : plus couramment l'acier au carbone, l'acier inoxydable et l'aluminium.
- Les systèmes plasma manuels peuvent couper des matériaux allant de très minces jusqu'à 2" (50.8mm) d'épaisseur, en fonction de leur capacité.
- Les systèmes plasma mécanisés à haute intensité sont capables de couper des matériaux dépassant 6" (15cm) d'épaisseur.

Le plasma peut couper des métaux sales, peints ou rouillés sans « travaux préliminaires », c'est à dire sans préparation de la pièce à tailler préalablement à toute coupe à effectuer. D'autres méthodes de coupage nécessitent souvent des travaux préliminaires, mais avec le plasma, tout ce dont vous avez besoin est un bon contact pour la mise à la terre. Les formes typiques des matériaux travaillés en coupage au plasma sont :

- Les plaques
- Les tôles et feuilles de métal
- Les tuyaux
- Le métal déployé (grilles)



#### Diapos 3 et 4: Applications courantes

- Coupage – coupage classique au travers d’une pièce conductrice avec une torche manuelle ou une torche machine (automatisée).
  - Coupage en paquet – couper au travers de plusieurs plaques empilées l’une sur l’autre.
  - Coupage au gabarit – couper une pièce avec une forme ou un gabarit pour se guider.
  - Biseautage/Chanfreinage – une technique de coupage qui produit un angle sur le bord du matériau coupé (pour joindre des bouts de tuyaux, par exemple).
- Perçage – Amorcer une coupe en plongeant l’arc dans la pièce à tailler pour la traverser (au lieu d’amorcer la coupe à partir du bord de la pièce).
- Gougeage – Enlever du métal de la surface sans sectionner la pièce en deux (pour préparer la pièce pour la soudure ou pour enlever une vieille soudure, par exemple).
- Marquage – un procédé à faible intensité de courant utilisé habituellement pour inscrire des numéros de pièce ou des mots sur une pièce en enlevant une mince couche de cette pièce.

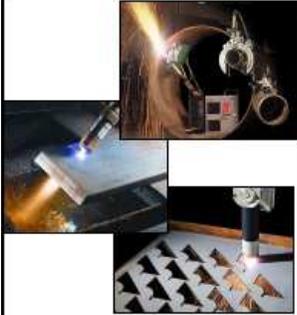


## Diapo 5: Types d'industries utilisant des systèmes plasma manuels.

Voici quelques usages courants pour les systèmes plasma manuels :

- Fabrication générale (chaudières sous pression, etc.) et usinage (équipements de transformation alimentaire, routiers, fabrication de panneaux ou de réservoirs).
- Maintenance d'installations et d'équipements : entretien ferroviaire, entretien de scierie, etc.
- Construction d'édifices à charpente métallique : armature de murs et plafonds, fabrication de fermes de toit et de plancher, installation de toitures, de parements et de pontages.
- Construction navale
- Fabrication et réparation de conteneurs
- Énergie : pétrole et gaz, forages en mer, pipelines.
- Réparation et restauration de véhicules : remplacement de panneaux de plancher ou de carrosserie, réparation système d'échappement, réparation de châssis, enlèvement de supports.
- CVCA / entrepreneurs en mécanique : fabrication et altération de conduits et de supports.
- Réparation d'équipements agricoles : enlever les panneaux rouillés, chanfreiner, gouger de vieilles soudures pour le remplacement, fabrication avec métal déployé.
- Fabrication d'ornements en métal : coupage, perçage et gougeage de formes irrégulières, travailler avec l'aluminium, fabrication ornementale.

**Types d'industrie utilisant des systèmes plasma mécanisés**



- Centres de services pour l'acier
- Ateliers d'usinage (ateliers de fabrication)
- Manufacturiers industriels
- Transports
- Fabricants de véhicules
- Construction navale
- Industrie minière
- Industrie de l'énergie (éoliennes)
- Défense : nucléaire, sous-marins

Présenté par Hypertherm

### Diapo 6: Types d'industries utilisant des systèmes plasma mécanisés.

Voici quelques secteurs utilisant couramment les systèmes plasma mécanisés :

- Centres de services pour l'acier
- Ateliers d'usinage (ateliers de fabrication)
- Manufacturiers industriels : équipements lourds, agricoles, de construction
- Transports : wagons, remorques
- Fabricants de véhicules : panneaux, pièces de châssis
- Construction navale : panneaux ou supports en acier robuste
- Industrie minière
- Industrie éolienne
- Défense : nucléaire, sous-marins

**Question de révision #1**

- Un fabricant d'équipements médicaux de votre région a appelé pour voir si vous seriez en mesure de produire un jeu de 50 pièces, coupées selon une forme suivant des exigences spécifiques. Les plaques doivent avoir 1" (25mm) d'épaisseur et le client préfère que ce soit fait d'acier. Pour accomplir ce travail, utiliseriez-vous un système manuel ou un système mécanisé?



Présenté par Hypertherm

### Diapo 7: Question de révision #1

Un fabricant d'équipements médicaux de votre région a appelé pour voir si vous seriez en mesure de produire un jeu de 50 pièces, coupées selon une forme suivant des exigences spécifiques. Les plaques doivent être d'acier au carbone 1" (25mm). Comment le feriez-vous ?

**Question de révision #2**

- Un client entre dans l'atelier et demande si vous pouvez l'aider à retirer un support de système d'échappement rouillé du camion d'époque qu'il est en train de restaurer. Il pourrait amener le camion à l'atelier, mais il a peur de l'endommager étant donné sa valeur quand même considérable. Pour accomplir ce travail, utiliseriez-vous un système manuel ou un système mécanisé?



Présenté par Hypertherm

### Diapo 8: Question de révision #2

Un client entre dans l'atelier et demande si vous pouvez l'aider à retirer un support de système d'échappement rouillé du camion d'époque qu'il est en train de restaurer. Il pourrait amener le camion à l'atelier, mais il a peur de l'endommager étant donné sa valeur quand même considérable. Comment le feriez-vous ?

### Question de révision #3

- Un important constructeur naval a demandé à votre entreprise de chanfreiner 17 tuyaux d'acier inoxydable en préparation de leur soudage à un système sous pression. Pour accomplir ce travail, utiliseriez-vous un système manuel ou un système mécanisé?



### Diapo 9: Question de révision #3

Un important constructeur naval a demandé à votre entreprise de chanfreiner 17 tuyaux d'acier inoxydable en préparation de leur soudage à un système sous pression. Comment le feriez-vous ?

## Comparaison des types de coupage mécanisé

Comparaison des types de coupage mécanisé

Il y a trois principaux types de découpeuses mécanisées :

- Oxygaz
- Plasma
- Laser



Projeté par Hypertherm

### Diapo 10: Comparaison des types de coupage mécanisé

Il y a trois principaux types de découpeuse mécanisée :

- Oxygaz
- Plasma
- Laser

Comparaison des types de coupage mécanisé  
Oxygaz

- Les découpeuses à l'oxygaz utilisent une chaleur générée chimiquement pour accroître la température de la pièce à tailler.
- L'oxygène se combine avec le métal chauffé au rouge, brûlant ainsi le métal et le transformant en scories d'oxyde.
- Les opérateurs doivent régler les gaz à chaque coupe.



Projeté par Hypertherm

### Diapo 11: L'oxygaz

- Les découpeuses à l'oxygaz utilisent une chaleur générée chimiquement pour accroître la température de la pièce à tailler.
- L'oxygène se combine avec le métal chauffé au rouge, brûlant ainsi le métal et le transformant en scories d'oxyde.
- Les opérateurs doivent régler les gaz à chaque coupe.

Comparaison des types de coupage mécanisé  
Plasma

- Les systèmes plasma utilisent un arc plasma de haute énergie pour sectionner les matériaux conducteurs.
- Les pièces consommables maintenues ensemble par la torche servent à comprimer et à diriger l'arc, ce qui maximise son efficacité à couper le métal.
- Les systèmes plasma utilisent l'arc et l'écoulement de gaz, qui donne la forme à l'arc, pour faire fondre le matériau et ensuite chasser cette matière en fusion hors de l'arête de coupe.



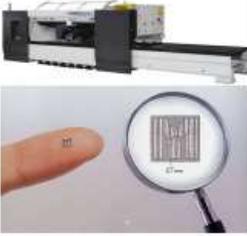
Projeté par Hypertherm

### Diapo 12: Le plasma

- Les systèmes plasma utilisent un arc plasma de haute énergie pour sectionner les matériaux conducteurs.
- Les pièces consommables maintenues ensemble par la torche servent à comprimer et à diriger l'arc, ce qui maximise son efficacité à couper le métal.
- Les systèmes plasma utilisent l'arc et l'écoulement de gaz, qui donne la forme à l'arc, pour faire fondre le matériau et ensuite chasser cette matière en fusion hors de l'arête de coupe.

### Comparaison des types de coupage mécanisé Laser

- Les rayons laser sont créés en excitant des gaz de manière à ce qu'ils émettent de la lumière (photons).
- Cette lumière est réfléchiée par une série de miroirs et focalisée en un rayon capable de couper des matériaux non réfléchissants conducteurs thermiquement.
- Le matériau fond, brûle ou se vaporise et est chassé ensuite par un jet de gaz, laissant ainsi une arête ayant un fini de surface de grande qualité.



Présenté par 

### Diapo 13: Le laser

- Les lasers transmettent l'énergie sous forme de photons cohérents. Les lasers à haute intensité transmettent assez d'énergie pour couper des métaux non réfléchissants.
- Le matériau fond, brûle ou se vaporise et est chassé ensuite par un jet de gaz, laissant ainsi une arête ayant un fini de surface de grande qualité.
- L'énergie très focalisée d'un laser peut réaliser des saignées très étroites, particulièrement sur les matériaux minces.

### Évaluer les différentes solutions de coupage

	Laser	Oxygaz	Plasma
Vitesse de coupe			
Qualité de coupe			
Travaux préliminaires			
Travaux secondaires			
Polyvalence			
Entretien			
Coût			

Présenté par 

### Diapo 14: Évaluer les différentes solutions de coupage

Lorsque l'on a un choix de solutions de coupage à faire, il faut considérer plusieurs facteurs, tels que :

- La vitesse de coupe – Quelle est la rapidité du système de coupage actuel ?
- La qualité de coupe – Combien lisse et droite est la coupe une fois terminée ?
- Les travaux préliminaires – Combien de nettoyage et autres travaux préliminaires sont nécessaires avant que le matériau puisse être coupé ?
- Les travaux secondaires – Quel sont les travaux requis une fois la coupe effectuée et combien de temps ceci nécessite-t-il ?
- La polyvalence – Est-ce que la découpeuse peut s'adapter à différents types de matériaux, de coupes et d'épaisseurs ?
- L'entretien – Quelle est la difficulté d'entretenir ou réparer le système et est-ce que les opérateurs peuvent le faire à l'interne ?
- Le coût – Combien coûtent la découpeuse et les consommables ?

Evaluating Cutting Solutions - Laser			
	Laser	Oxyfuel	Plasma
Cut Speed	Fast on thin material Long pierce times		
Cut Quality	Excellent angularity Small heat-affected zone Virtually dross-free Good dimensional accuracy Narrowest kerf		
Prep Work	Material must be clean		
Secondary Work	Little to none		
Flexibility	No handheld systems		
Maintenance	Complex, requires specialized technicians		
Cost	Highest		

Powered by  
**Hypertherm**

## Diapo 15: Évaluer les solutions de coupage – Le laser

- Vitesse de coupe : très rapide sur les matériaux minces et plus lente sur les matériaux plus épais ; les temps de perçage sont plus longs sur les matériaux épais.
- Qualité de coupe : Excellente angularité, une petite zone affectée par la chaleur, pratiquement sans scories et une précision dimensionnelle bonne à excellente avec la saignée la plus étroite.
- Travaux préliminaires : le matériau doit être propre pour que le laser fonctionne.
- Travaux secondaires : peu à pas du tout.
- Polyvalence : Les plus: Le laser est le meilleur pour couper l'acier au carbone mince. Le laser peut faire des « coupes avec ligne commune », c'est à dire qu'il peut réaliser des coupes finales des deux côtés en une seule coupe. Ceci réduit/élimine les « squelettes », qui sont les morceaux jetés de la feuille de métal une fois la pièce taillée dans celle-ci. Les moins : Il n'y a pas de système laser manuel, ce qui veut dire que la pièce à tailler doit tenir sur une table pour être coupée. Couper des matériaux réfléchissants (aluminium) nécessite des travaux préliminaires afin de couvrir la surface de ces matériaux.
- Entretien : Les tâches d'entretien sont complexes et requièrent des techniciens spécialisés.
- Coût : Le laser a le coût initial le plus élevé des trois modes de coupage : il existe des systèmes laser coûtant plus de 1M\$.

Évaluer les solutions de coupage – L'oxygaz			
	Lasèr	Oxygaz	Plasma
Vitesse de coupe	Rapide sur les matériaux minces Temps de perçage plus longs	Lente sur la plupart des matériaux Plus rapide sur les matériaux >3"	
Qualité de coupe	Excellente angularité Petite zone affectée par la chaleur Préchauffement sans scories Bonne précision dimensionnelle La saignée la plus étroite	Bonne angularité Large zone affectée par la chaleur Douchonnement sur tôles minces Les scories entraînent des travaux secondaires	
Travaux préliminaires	Les matériaux doivent être propres	Les matériaux doivent être propres Préchauffage nécessaire	
Travaux secondaires	Peu à peu du tout	Zone affectée par la chaleur à enlever	
Polyvalence	Pas de systèmes manuels	Limité à l'acier au carbone	
Entretien	Complexe : requiert des techniciens spécialisés	Simple	
Coût	Le plus élevé	Le moins élevé	

## Diapo 16: Évaluer les solutions de coupage – L'oxygaz

- Vitesse de coupe : Des vitesses de coupe lentes sur une grande plage d'épaisseurs (plus rapide que les autres systèmes sur l'acier au carbone très épais (3" ou 7.5cm et +) ; le temps de préchauffage augmente considérablement les temps de perçage, ce qui réduit la vitesse de coupe globale.
  - Qualité de coupe : Bonne angularité, de grandes zones affectées par la chaleur, du gauchissement sur les tôles minces, les niveaux de scories entraînent des travaux secondaires.
  - Travaux préliminaires : Les découpeuses à l'oxygaz doivent préchauffer la pièce à travailler préalablement au coupage. La surface de coupe doit être exempte de rouille/saletés/peinture préalablement au coupage. L'opérateur doit régler l'écoulement de gaz pour chaque torche et les tables à oxygaz utilisent souvent plusieurs torches afin de compenser pour les vitesses de coupe plus lentes.
  - Travaux secondaires : Les opérateurs peuvent devoir meuler la zone affectée par la chaleur, qui est plus importante comparativement aux autres systèmes ; ce processus peut être long et difficile.
  - Polyvalence : L'oxygaz est restreint à l'acier au carbone et est inefficace sur l'acier inoxydable ou l'aluminium.
  - Entretien : Les exigences d'entretien sont simples et peuvent souvent être accomplies par les groupes internes de maintenance.
- Coût : L'oxygaz a le coût initial le moins élevé des trois modes de coupage.

Evaluating Cutting Solutions - Plasma			
	Laser	Oxyfuel	Plasma
Cut Speed	Fast on thin material Long pierce times	Slow on most material Faster on >3" material	Fast on wide range of thicknesses
Cut Quality	Excellent angularity Small heat-affected zone Virtually dross-free Good dimensional accuracy Narrowest kerf	Good angularity Large heat-affected zone Warpage on thin plate dross requires rework	Good to excellent angularity Small heat-affected zone Virtually dross-free Good to excellent fine- feature cutting
Prep Work	Material must be clean	Materials must be clean Preheat necessary	Little to no prep Materials can be dirty
Secondary Work	Little to none	Must remove heat affected zone	Little to no grinding
Flexibility	No handheld systems	Limited to carbon steel	Cuts wide range of thicknesses and types
Maintenance	Complex, requires specialized technicians	Simple	Moderate
Cost	Highest	Lowest	Medium

Powered by  
**Hypertherm**

## Diapo 17: Évaluer les solutions de coupage – Le plasma

- Vitesse de coupe : Rapide sur une grande plage d'épaisseurs.
- Qualité de coupe : l'angularité est bonne à excellente, de petites zones affectées par la chaleur, pratiquement sans scories et le coupage de détails fins est bon à excellent.
- Travaux préliminaires : Peu ou pas de travaux nécessaires. Tolère la présence de peinture, rouille, saletés ou huile sur la pièce à travailler.
- Travaux secondaires : Peu ou pas de meulage ; nettement moins que l'oxygaz.
- Polyvalence : Coupe une grande diversité d'épaisseurs et de types de matériaux.
- Entretien : Les exigences d'entretien sont modérées ; plusieurs composants peuvent être remis en état par les groupes internes de maintenance.
- Coût : Le coût initial se situe normalement entre ceux de l'oxygaz et du laser, allant de 2 000\$ jusqu'à 55 000\$.

Nom: \_\_\_\_\_

Date: \_\_\_\_\_

## Exercice « Le pour et le contre »

Dans le tableau suivant, pour chacun des critères de gauche, classez de 1 à 3 les technologies de coupage, où 1 représente le meilleur choix, 2 le choix moyen et 3 le pire.

	Plasma	Oxygaz	Laser
Vitesse de coupe			
Qualité de coupe			
Travaux préliminaires			
Travaux secondaires			
Polyvalence			
Entretien			
Coût initial			



## Diapo 19: Récapitulation de l'exercice « Le pour et le contre »

- L'oxygaz a un faible coût initial, mais il est limité à l'acier au carbone et est inefficace sur l'acier inoxydable ou l'aluminium.
- Le plasma offre l'équilibre optimal de qualité de coupe, productivité et coût d'opération pour l'acier au carbone, l'acier inoxydable et l'aluminium, et ce, sur une grande plage d'épaisseurs à un investissement et un coût en équipements concurrentiels.
- Le laser procure d'excellentes qualité de coupe et productivité sur les matériaux minces. La technologie laser nécessite un fort investissement en équipements et engage des coûts élevés d'entretien et d'opération ; un grand volume d'affaires est donc nécessaire pour rentabiliser le coût du système.

## Analyse des coûts et bénéfices

### Coûts de départ

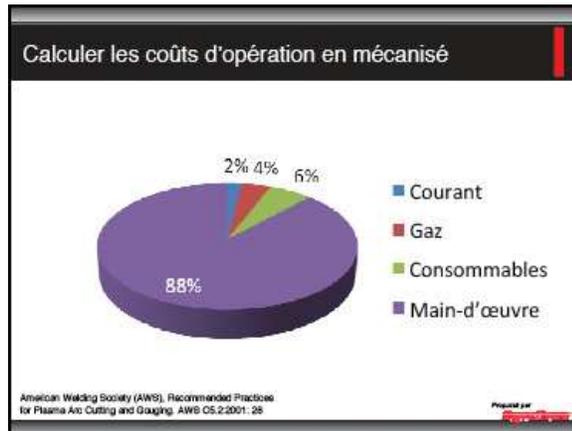
- Les prix d'achat des systèmes plasma vont de 2 000\$ et moins pour une petite unité manuelle jusqu'à plus de 55 000\$ pour des systèmes mécanisés de précision.
- Les coûts de départ comportent aussi les frais de raccordement à l'électricité et au gaz.
- Les accessoires, tels que les tables, la ventilation et la manutention des matériaux, doivent être pris en compte. Ces coûts peuvent égaler ou même dépasser le prix du système selon les exigences relatives à celui-ci.



### Diapo 20: Coûts de départ

Présentez les coûts de départ associés aux systèmes plasma :

- Le prix d'achat des systèmes plasma vont de moins de 2 000\$ pour une petite unité manuelle jusqu'à plus de 55 000\$ pour des systèmes mécanisés de précision.
- Les coûts de départ comportent aussi les frais de raccordement à l'électricité et au gaz.
- De plus, les accessoires, tels que les tables, la ventilation et la manutention des matériaux, doivent être pris en compte. Ces coûts peuvent égaler ou même dépasser le prix du système selon les exigences relatives à celui-ci.



### Diapo 21: Calculer les coûts d'opération

Le coût total pour faire fonctionner n'importe quel type de système de coupage (après le coût initial de l'équipement) se détaille en quatre principales catégories :

- Le courant pour faire fonctionner l'équipement (2%).
- Le gaz pour produire le plasma (4%).
- Les pièces de remplacement, incluant les consommables de la torche (6%).
- La main-d'œuvre nécessaire pour faire fonctionner et entretenir les équipements, effectuer les travaux préliminaires et compléter tous les travaux secondaires requis (88%).

### Coûts de main-d'œuvre

- Quelles caractéristiques des systèmes plasma, selon vous, aident à réduire les temps de main-d'œuvre?



### Diapo 22: Coûts de main-d'œuvre

Maintenant qu'il est établi que la main-d'œuvre est de loin le plus important facteur dans le calcul des coûts d'opération, quelles sont les caractéristiques des systèmes plasma qui, selon vous, aident à réduire les temps de main-d'œuvre requis ?

## Diapo 23: Introduction à l'étude de cas

**Étude de cas sur le calcul des coûts de main-d'œuvre**

Deux constructeurs navals de Virginia Beach sont en compétition pour un contrat visant à effectuer la maintenance planifiée sur un grand navire porte-conteneurs. Une partie du projet consiste à enlever les panneaux rouillés de la coque du navire et de les remplacer par de nouveaux panneaux taillés sur mesure dans une plaque d'acier de 1" (2.5cm) d'épais. Il y a 100 panneaux à remplacer sur le navire.

Calculez les coûts de main-d'œuvre en utilisant l'information se trouvant sur votre feuillet d'exercice, ensuite répondez aux questions suivantes :

1. Quels sont pour ACME les coûts de la main-d'œuvre requise pour accomplir ce projet?
2. Quels sont pour BRAVO les coûts de la main-d'œuvre requise pour accomplir ce projet?
3. Quelle compagnie obtiendra le projet selon vous?

Préparé par  
Hypertherm

## Étude de cas sur le calcul des coûts de main-d'œuvre

Deux constructeurs navals de Virginia Beach sont en compétition pour un contrat visant à effectuer la maintenance planifiée sur un grand navire porte-conteneurs. Une partie du projet consiste à enlever les panneaux rouillés de la coque du navire et de les remplacer par de nouveaux panneaux taillés sur mesure dans une plaque d'acier de 1" (2.5cm) d'épais. Il y a 100 panneaux à remplacer sur le navire.

- ACME Incorporée utilise une découpeuse à l'oxygaz fiable qu'ils ont en atelier depuis plusieurs années. Leur coût de main-d'œuvre se situe à 100\$ de l'heure. Par expérience, ils prévoient que les tâches suivantes seront nécessaires pour compléter le projet :

Enlever les panneaux rouillés..... 10 minutes par panneau  
Couper de nouveaux panneaux dans l'acier 1" (2.5cm) ..... 25 minutes par panneau  
Meuler les nouveaux panneaux avant le soudage ..... 10 minutes par panneau  
Souder les panneaux de remplacement..... 15 minutes par panneau

- Industrie BRAVO utilise une découpeuse au plasma. Leur coût de main-d'œuvre se situe à 100\$ de l'heure. Par expérience, ils prévoient que les tâches suivantes seront nécessaires pour compléter le projet :

Enlever les panneaux rouillés..... 10 minutes par panneau  
Couper de nouveaux panneaux dans l'acier 1" (2.5cm) ..... 5 minutes par panneau  
Souder les panneaux de remplacement..... 15 minutes par panneau

Calculez les coûts de la main-d'œuvre requise pour accomplir ce travail et ensuite répondez aux questions suivantes :

1. Quels sont pour ACME les coûts de la main-d'œuvre requise pour accomplir ce projet?
2. Quels sont pour BRAVO les coûts de la main-d'œuvre requise pour accomplir ce projet?
3. Quelle compagnie obtiendra le projet selon vous?

## Synthèse

Questions du devoir

1. Quels matériaux et gamme d'épaisseurs les systèmes plasma manuels peuvent-ils couper ?
2. Nommez trois types d'industrie où l'on retrouve des systèmes plasma.
3. Si vous aviez besoin de couper des pièces de haute qualité à partir d'une plaque d'acier de 2" (50.8mm), seriez-vous plus enclins à choisir un système plasma manuel ou mécanisé ?
4. Nommez un pour et un contre pour chacun des trois principaux systèmes de coupage (plasma, oxygaz et laser).

Hypertherm, Inc.

### Diapo 24: Synthèse et survol des questions du devoir

Nom : \_\_\_\_\_

Date : \_\_\_\_\_

## Technologie de coupage au plasma : théorie et pratique

### Devoir #2: L'utilisation des systèmes plasma en industrie

1. Quels matériaux et quelle gamme d'épaisseurs les systèmes plasma manuels peuvent-ils couper ?

---

---

---

---

2. Nommez trois types d'industrie où l'on retrouve des systèmes plasma.

---

---

---

---

3. Si vous aviez besoin de couper des pièces de haute qualité à partir d'une plaque d'acier de 2" (50.8mm), seriez-vous plus enclins à choisir un système plasma manuel ou mécanisé ?

---

---

---

---

4. Nommez un pour et un contre pour chacun des trois principaux systèmes de coupage (plasma, oxygaz et laser).

---

---

---

# Session 3: Survol d'un système plasma

---

## Introduction



Diapo 0: Titre de la session

Questions du devoir

1. Quels matériaux et quelle gamme d'épaisseurs les systèmes plasma manuels peuvent-ils couper ?
2. Nommez trois types d'industrie où l'on retrouve des systèmes plasma.
3. Si vous aviez besoin de couper des pièces de haute qualité à partir d'une plaque d'acier de 2" (50.8mm), seriez-vous plus enclins à choisir un système plasma manuel ou mécanisé ?
4. Nommez un pour et un contre pour chacun des trois principaux systèmes de coupage (plasma, oxygaz et laser).

Produit par Hypertherm

Diapo 1: Questions du devoir

## Les différentes parties d'un système plasma



### Diapo 2: Les différentes parties d'un système plasma

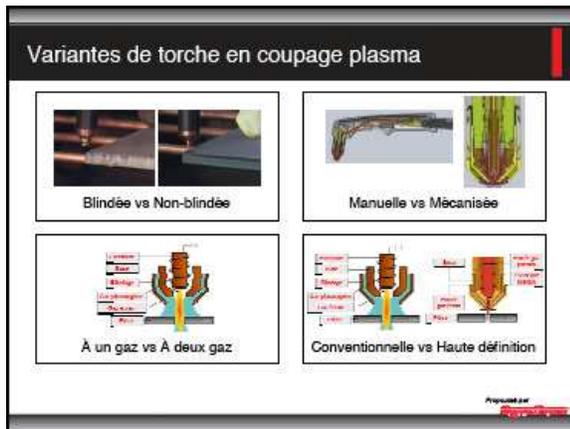
Un système plasma est constitué généralement des composants suivants :

- Le bloc d'alimentation
- La torche manuelle ainsi que le jeu de consommables
- Le connecteur de pièce

Il est également possible de retrouver les composants suivants, en fonction du fabricant :

- Une torche machine
- Des consommables complémentaires

## Variantes de torche en coupage plasma



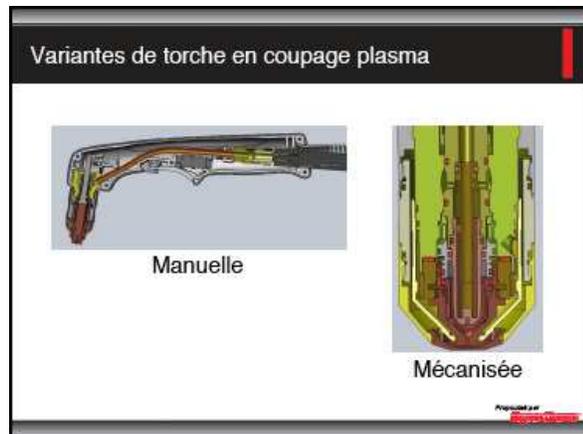
### Diapo 3: Variantes de torche en coupage plasma

- Blindée vs non-blindée
- Manuelle vs mécanisée
- à un gaz vs à deux gaz
- Conventionnelle vs haute définition



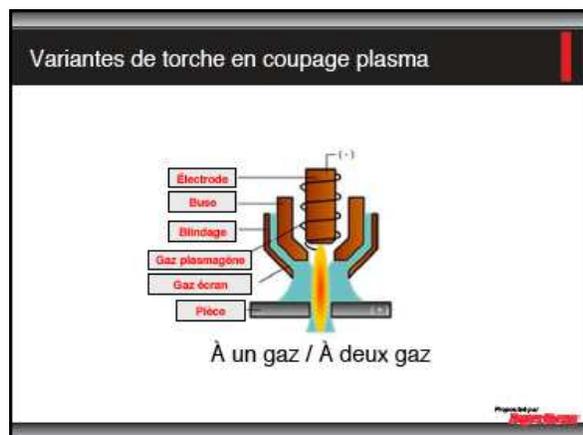
### Diapo 4: Blindée vs non-blindée (protégée vs non-protégée)

- Originellement, les consommables de coupage plasma n'étaient pas blindés : le gaz s'écoulait simplement entre l'électrode et la buse pour créer le plasma.
- La buse donnait forme au plasma en vue de couper le métal.
- Un retrait (ou une distance de recul) est nécessaire lorsque l'on travaille avec des consommables non-blindés. L'opérateur maintient donc la buse en retrait de 1/8" (3.2mm) par rapport à la plaque ; si la torche vient à toucher la plaque, les consommables peuvent être endommagés ou ruinés.
- Certains opérateurs utilisent les consommables non-blindés parce qu'ils permettent une plus grande visibilité de l'arc dans les endroits d'accès restreint.
- Le blindage (ou protecteur), quant à lui, accomplit plusieurs fonctions :
  - En intégrant la distance de retrait adéquate dans leur conception, les blindages de coupage à la traîne permettent de faire reposer la torche directement sur la pièce.
  - Il protège les consommables en gardant la buse électriquement neutre.
  - Il procure un peu de confinement supplémentaire à l'arc.



#### Diapo 5: Manuelle vs mécanisée

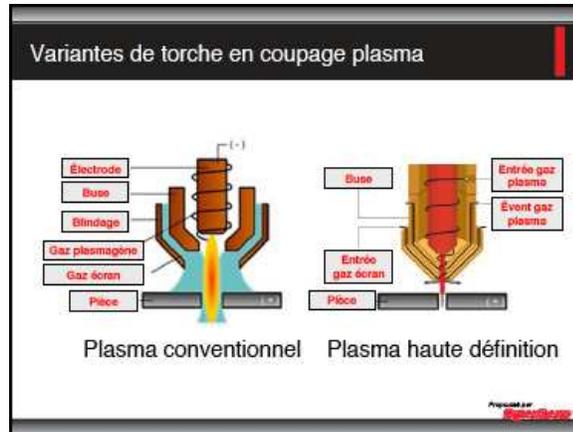
- Elles possèdent des mécanismes d'amorçage différents : les torches manuelles sont souvent conçues pour l'amorçage par contact, tandis que les torches mécanisées peuvent présenter parfois un amorçage par contact, parfois par hautes fréquences.
- Les torches manuelles sont refroidies par air ; les torches mécanisées peuvent être aussi parfois refroidies à l'eau.



#### Diapo 6: À un gaz vs à deux gaz

- La plupart des torches, que ce soit à un ou à deux gaz, utilisent un blindage et un flux de gaz secondaire autour de la buse pour protéger celle-ci : ce flux secondaire est appelé le « gaz écran ». Faire la différence entre un design à un gaz et à deux gaz est simple : si le gaz plasmagène et le gaz écran sont le même gaz, c'est un système à un gaz ; s'ils sont différents, c'est donc un système à deux gaz.
- Le choix du gaz écran dépend de l'application de coupage spécifique envisagée.
- Le gaz écran emplit 3 fonctions :
  - Refroidir la buse.
  - Empêcher la chaleur de remonter jusqu'à la buse.
  - Aider à chasser la matière en fusion.
- Dans les systèmes manuels, le gaz plasmagène et le gaz écran proviennent généralement de la même source : cette source sera habituellement de l'air ou de l'azote. La raison en est que :
  - La qualité de coupe y est moins importante que pour les systèmes mécanisés.
  - De nombreuses bouteilles de gaz et de nombreux tuyaux dégradent la portabilité du système.

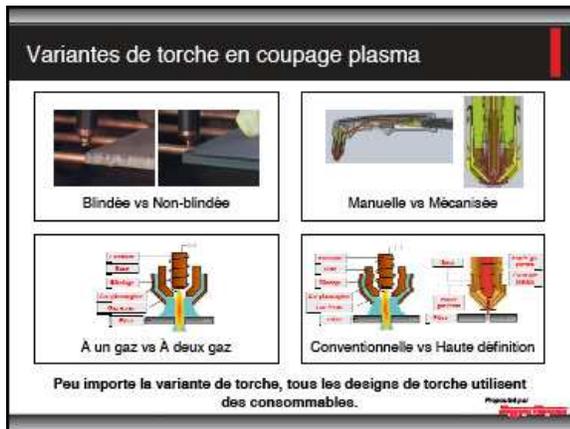
Plusieurs combinaisons de gaz sont disponibles et sont sélectionnées en fonction de l'équipement et de l'application spécifique ; les considérations concernant les gaz seront discutées plus en détails un peu plus loin dans cette session.



### Diapo 7: Plasma conventionnel vs plasma haute définition

- Aussi appelée « Coupage plasma de précision », la haute définition est la méthode de pointe concernant la constriction de l'arc en mécanisé.
- La haute définition permet une constriction exceptionnelle des arcs plasma : ceux-ci possèdent donc par ce fait même une densité d'énergie plus élevée.
  - La densité d'énergie est obtenue grâce à des buses à vortex de haut débit, des chambres de mélange haute vélocité, des champs magnétiques et autres technologies évolutives.
  - Elle peut être similaire au laser en termes d'angularité et de niveaux de scories.
  - Elle est utilisée seulement pour les applications de mécanisé.

## Les jeux de consommables



### Diapo 8: Les variantes de torche en coupage plasma

- Les pièces consommables sont le lien commun entre toutes les variantes de torche.



### Diapo 9: Les jeux de consommables

- Les consommables sont les pièces de la torche qui s'usent.
- La fréquence de changement des consommables va dépendre d'un certain nombre de facteurs, tels que :
  - Le type et l'épaisseur du matériau
  - La longueur moyenne des coupes
  - La qualité de l'air (présence d'huile, d'humidité ou autre contaminant)
  - Si l'amorçage est effectué par perçage ou à partir du bord
  - Le respect de la distance torche-pièce adéquate en ce qui concerne les consommables non blindés
  - La hauteur de perçage adéquate
  - Le type de consommables utilisés
- Avec les systèmes Hypertherm, un jeu de consommables dure, en coupage manuel, de 1 à 2 heures environ en temps où l'arc est réellement actif et de 3 à 5 heures en coupage mécanisé.
- Il est essentiel de promulguer les soins adéquats et de remplacer à temps ces pièces afin d'obtenir des coupes économiques, sécuritaires et de haute qualité.
- Il faut toujours suivre les instructions pour débrancher le courant avant d'inspecter ou de changer les consommables de la torche.



## Diapo 10: Les différentes pièces constituant un jeu de consommable

- **Le blindage (protecteur) (diapo 11)** – canalise l'écoulement du gaz secondaire, refroidit la buse et protège les consommables des éclaboussures de matière en fusion et de la chaleur radiante. Ce blindage maintient la distance torche-pièce adéquate, ce qui permet le coupage à la traîne. Les rainures à l'extrémité du blindage permettent au flux de gaz de chasser la matière en fusion (et la chaleur) loin des consommables.
- **La buse de protection (coiffe/buse de retenue) (diapo 12)** – protège la torche des projections de matière en fusion et de la chaleur radiante. Elle loge (retient) l'électrode, le diffuseur et la buse.



- La buse (diapo 13)** – comprime et focalise l'écoulement de gaz plasmagène. La buse en démonstration a été forcée pour pouvoir y passer un fil, mais normalement l'orifice de la buse est proportionnel à l'intensité de courant. La buse d'un appareil de 100A aura un orifice plus grand que celle du Powermax45 (45A). Prenez note aussi qu'il existe des buses spéciales pour le gougeage possédant un orifice plus grand. Dans un tel cas, les opérateurs doivent abaisser la pression de gaz, ce qui produit un arc plasma plus large, moins concentré. Comparez une buse blindée de Powermax45 à une buse de gougeage : il y a une différence visible de grandeur d'orifice qui vous servira pour fins de comparaison dans cette section.



- L'électrode (diapo 14)** – en cuivre avec une insertion conductrice (hafnium) ; l'électrode porte la charge négative provenant du bloc d'alimentation. Les ailettes sur cette électrode font partie du mécanisme d'amorçage : le flux de gaz force l'électrode et la buse à se séparer, amenant ainsi la formation d'un arc.



**Le diffuseur (diapo 15)** – contrôle le flux de gaz dans la chambre plasma. Remarquez que les trous dans le diffuseur sont inclinés pour faire tourbillonner le gaz en vue de former un vortex (une tornade), concentrant ainsi le gaz en un jet étroit. Une fois les pièces assemblées, les trous dans le diffuseur se situent sous les ailettes de l'électrode. Lorsque le gaz est poussé à travers ces trous, il souffle contre les ailettes sur l'électrode, la forçant à se séparer de la buse. Ce mouvement, appelé « rétrogression » (ou « blowback » en anglais), est ce qui permet la génération d'un arc dans la méthode d'amorçage par contact du Powermax45.

## Assemblage d'un jeu de consommable

**Assemblage d'un jeu de consommables**

- Il est important que vous sachiez comment assembler un jeu de consommables pour un usage ou une application particulière.
- Le choix des pièces dépend du genre d'application envisagée et du type d'équipement utilisé.
- Vous pouvez trouver les spécifications des consommables dans le manuel de l'opérateur.

Préparé par  
Hypertherm

### Diapo 16: Assemblage d'un jeu de consommables

- Il est important que vous sachiez comment assembler un jeu de consommables pour un usage en particulier.
- Le choix des pièces dépend du genre d'application envisagée et du type d'équipement utilisé.
- Les spécifications des consommables se trouvent dans le manuel de l'opérateur.

**Assemblage d'un jeu de consommables**

- Application #1: Un opérateur travaille sur place chez le client à enlever des composants rouillés sur des wagons en vue d'une importante mise à niveau. L'espace pour travailler est étroit et les angles sont prononcés, la visibilité de l'arc est donc mauvaise. Quel jeu de consommables devrait-il utiliser?
- Application #2: L'opérateur prépare un pare-choc qui sera ensuite soudé sur un camion d'un modèle ancien. L'opérateur devra gouger de l'acier chromé. Quel jeu de consommables devrait-il utiliser?
- Application #3: Un opérateur travaille sur une chaîne de montage dans une usine à fabriquer des équipements de transformation alimentaire. Ces pièces ont besoin d'être créées rapidement et avec précision. Quel jeu de consommables devrait-il utiliser?

Préparé par  
Hypertherm

### Diapo 17: Assemblage d'un jeu de consommables

- Travaillez en équipes de 3. L'un des étudiants consulte le manuel pour identifier les pièces appropriées, un deuxième assemble les pièces et le troisième vérifie leur travail pour s'assurer que tout est correct. Échangez ensuite les rôles pour chacune des trois activités qui suivent.
- Ouvrez votre manuel Powermax45 à la section 4. Cette section présente les choix de consommables dont vous avez besoin pour assembler le jeu de consommables approprié.
- Vous avez 3 à 4 minutes pour assembler le jeu de consommables approprié à chacun des scénarios. Complétez le feuillet (fourni à la page suivante) pour chaque scénario.

Nom: \_\_\_\_\_

Date: \_\_\_\_\_

## Technologie de coupage au plasma: théorie et pratique

### Assemblage d'un jeu de consommables

**Application #1:** Un opérateur travaille sur place chez le client à enlever des composants rouillés sur des wagons en vue d'une importante mise à niveau. L'espace pour travailler est étroit et les angles sont prononcés, la visibilité de l'arc est donc mauvaise. Quel jeu de consommables devrait-il utiliser ?

Jeu de consommables: \_\_\_\_\_

Consommables:	Pièce: _____	Numéro: _____
	Pièce: _____	Numéro: _____

**Application #2:** L'opérateur prépare un pare-choc qui sera ensuite soudé sur un camion d'un modèle ancien. L'opérateur devra gouger de l'acier chromé. Quel jeu de consommables devrait-il utiliser ?

Jeu de consommables: \_\_\_\_\_

Consommables:	Pièce: _____	Numéro: _____
	Pièce: _____	Numéro: _____

**Application #3:** Un opérateur travaille sur une chaîne de montage dans une usine à fabriquer des équipements de transformation alimentaire. Ces pièces ont besoin d'être créées rapidement et avec précision. Quel jeu de consommables devrait-il utiliser ?

Jeu de consommables: \_\_\_\_\_

Consommables:	Pièce: _____	Numéro: _____
	Pièce: _____	Numéro: _____

## Considérations à propos des gaz

**Travailler avec des gaz**

- Les gaz doivent être propres, secs et exempts d'huile.
- Le choix du/des gaz dépend du type de matériau, de l'épaisseur et de l'application. Consultez le manuel de l'opérateur afin de vous assurer que la sélection de gaz est adéquate.
- Assurez-vous que le tuyau d'acheminement du gaz est exempt de coudes ou de trous.
- Les systèmes plasma à haute définition et à double flux utilisent deux gaz: un gaz plasmagène et un gaz écran.
- Sur les plasmas manuels, ces deux gaz sont généralement de l'air comprimé ou de l'azote, et peuvent être de la même source.

### Diapo 18: Travailler avec des gaz

Il est important de tenir compte des considérations suivantes concernant l'utilisation de gaz avec un système plasma :

- Les gaz doivent être propres, secs et exempts d'huile.
- Les opérateurs de plasma mécanisé utilisent toute une gamme de gaz différents ; le choix du/des gaz dépend du type de matériau, de l'épaisseur et de l'application. Il faut consulter le manuel de l'opérateur afin de s'assurer que la sélection des gaz est adéquate.
- Il faut vérifier que le tuyau d'acheminement du gaz est exempt de coudes ou de trous. Une baisse de la pression de gaz peut diminuer la qualité de coupe ou causer des défaillances d'amorçage.
- Les systèmes plasma à deux gaz (à double flux de gaz) et à haute définition utilisent deux gaz, un gaz plasmagène et un gaz écran, en vue d'obtenir une meilleure qualité de coupe et une durée de vie plus longue des consommables. Souvent, en ce qui concerne les systèmes plasma manuels, les deux gaz peuvent provenir de la même source, et celle-ci est généralement de l'air comprimé ou de l'azote.

**Les choix de gaz**

	Matériau coupé	Avantages	Inconvénients
<b>Les choix de gaz courants pour le plasma manuel</b>			
Air comprimé	Acier au carbone	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Économique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Des problèmes d'humidité peuvent réduire la durée de vie des consommables.</li> <li>• Un peu de nitratation</li> </ul>
Azote	Aluminium	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coupe l'aluminium et l'acier inoxydable.</li> <li>• Moins dépendant que les autres choix de gaz pour l'acier inoxydable.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nitratation (soudabilité moindre).</li> <li>• N'est pas idéal pour une utilisation sur l'acier.</li> </ul>
<b>Les choix de gaz courants pour le plasma mécanisé</b>			
Oxygène	Acier au carbone	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grande vitesse, grande qualité de coupe, moins de scories que l'air comprimé.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dépendant</li> <li>• Inflammable</li> </ul>
H23 (33% Hydrogène, 65% Air)	Acier inoxydable Aluminium	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frit de surface de grande qualité sur l'acier inoxydable de 3/8" (10mm) et plus.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dépendant</li> <li>• Inflammable</li> </ul>
H5 (5% Hydrogène, 95% Azote)	Acier inoxydable Aluminium	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frit de surface de grande qualité sur l'acier inoxydable de moins de 3/8" (10mm)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dépendant</li> <li>• Inflammable</li> </ul>

### Diapo 19: Les choix de gaz

Le tableau suivant présente les quatre gaz les plus couramment utilisés avec les systèmes plasma, ainsi que de manière générale, leurs avantages et inconvénients respectifs.

## Synthèse

Questions du devoir

1. Quelle est la différence entre le plasma à un gaz et le plasma à double flux de gaz?
2. Quelle variante de coupage plasma rivalise en qualité de coupe avec le laser en termes d'angularité et de niveaux de scories?
3. Nommez trois facteurs qui affectent la durée de vie des consommables.
4. À quelle durée de vie doit-on s'attendre pour un jeu de consommables en coupage manuel? Et en coupage mécanisé? Pourquoi ces durées sont-elles différentes?
5. Nommez les pièces composant un jeu de consommables.
6. Quel est le gaz utilisé le plus couramment avec les systèmes plasma manuels?

Hypertherm  
Systèmes Plasma

## Diapo 20: Synthèse et survol des questions du devoir

Nom: \_\_\_\_\_

Date: \_\_\_\_\_

## Technologie de coupage au plasma: théorie et pratique

### Devoir #3: Survol d'un système plasma

1. Quelle est la différence entre le plasma à un gaz et le plasma à double flux de gaz ?

---

---

---

---

2. Quelle variante de coupage plasma rivalise en qualité de coupe avec le laser en termes d'angularité et de niveaux de scories ?

---

3. Nommez trois facteurs qui affectent la durée de vie des consommables.

---

---

---

4. À quelle durée de vie doit-on s'attendre pour un jeu de consommables en coupage manuel ? En coupage mécanisé ? Pourquoi ces durées sont-elles différentes ?

---

---

---

5. Nommez les pièces composant un jeu de consommables.

---

6. Quel est le gaz utilisé le plus couramment avec les systèmes plasma manuels ?

---

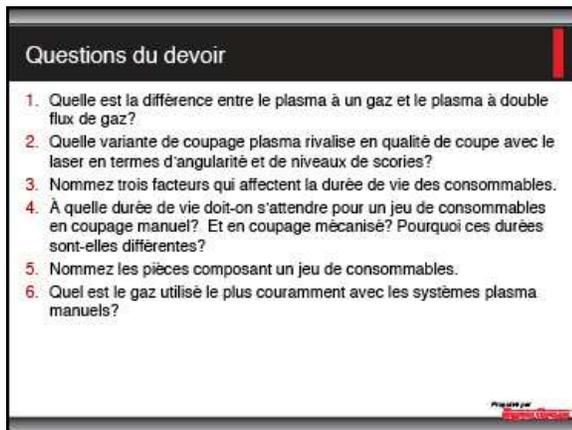
# Session 4: Utiliser le manuel du système plasma

---

## Introduction

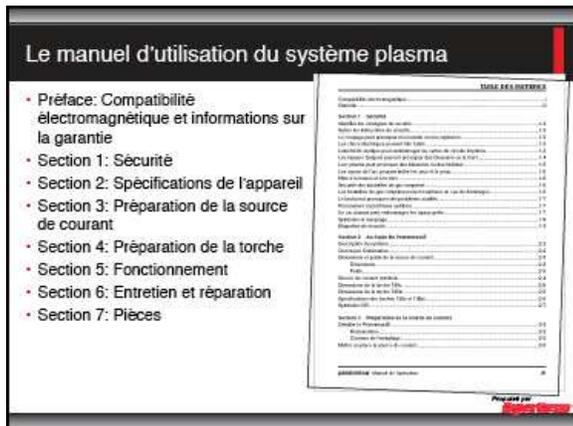


Diapo 0: Titre de la session



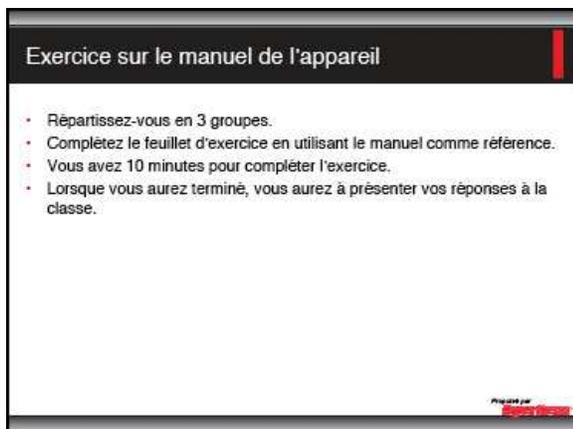
Diapo 1: Questions du devoir

# Le manuel d'utilisation du système plasma



## Diapo 2: Le manuel d'utilisation du système plasma

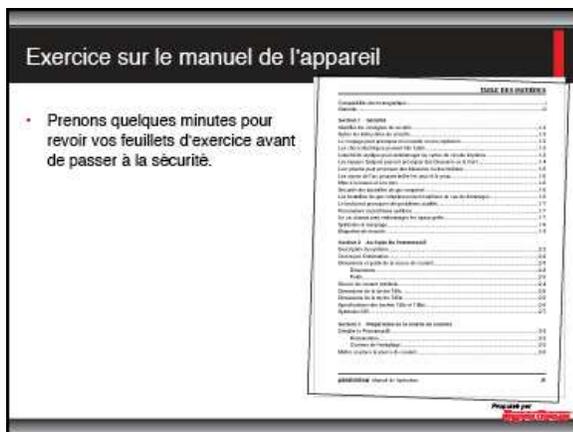
Le manuel doit être, pour tout opérateur, la première source d'information sur le système.



## Diapo 3: Exercice sur le manuel d'utilisation

Consultez le manuel du Powermax45 pour répondre à une série de questions.

- Divisez la classe en 3 groupes. Chaque groupe recevra un feuillet d'exercice différent.
- Assurez-vous que chaque groupe possède au moins une copie du manuel du Powermax45.
- Complétez l'exercice en utilisant le manuel comme outil de travail.
- Vous avez 10 minutes pour compléter le feuillet.



## Diapo 4: Exercice sur le manuel d'utilisation

Présentez vos questions et réponses à la classe avant de passer au sujet suivant: Les mesures de sécurité.

## Feuillet d'exercice sur le manuel d'utilisation #1

Vous travaillez dans un atelier de réparation automobile qui effectue quotidiennement une gamme très variée de réparations. L'atelier vient d'acquérir récemment un Powermax45 et a l'intention de l'utiliser pour tous les types de coupe manuelle. Vous devez l'installer et enseigner à vos collègues comment l'utiliser.

Répondez à ces questions qui surviennent au cours de votre tâche. Vous avez 10 minutes pour compléter cet exercice. Répondez à chaque question dans l'espace fourni et assurez-vous d'indiquer le numéro de page du manuel où vous avez trouvé l'information. Une fois terminé, vous aurez à présenter vos réponses à la classe en expliquant comment et où vous avez trouvé ces informations dans le manuel.

- |   | <b>Page #</b> |
|---|---------------|
| 1. Section 2: Spécifications de l'appareil – Quel types de gaz d'alimentation le Powermax45 accepte-t-il ?  | _____         |
| _____   |               |
| 2. Section 4: Préparation de la torche – Choisissez les consommables protégés (blindés) appropriés pour le coupage manuel de l'acier au carbone.  | _____         |
| _____   |               |
| 3. Section 5: Fonctionnement – Lorsque vous mettez en marche la découpeuse, le voyant de capteur de buse s'allume en jaune. Qu'est-ce que cela veut dire ?  | _____         |
| _____   |               |
| 4. Section 5: Fonctionnement – Vous allez tenter une première coupe sur un bout de plaque de 5mm d'épaisseur. À quelle position devriez-vous placer le sélecteur de mode et comment ce mode se nomme-t-il ? | _____         |
| _____   |               |
| 5. Section 5: Fonctionnement – Que faites-vous avec le connecteur de pièce ?  | _____         |
| _____   |               |
| 6. Section 6: Entretien et réparation – L'arc ne se transfère pas sur la pièce lorsque vous procédez à une coupe. Que devriez-vous faire ?  | _____         |
| _____   |               |

## Feuillet d'exercice sur le manuel d'utilisation #2

Vous travaillez dans un atelier en CVCA, principalement à la fabrication et l'altération de conduits. Votre patron vient de vous demander de jeter un coup d'œil sur le nouveau Powermax45 et de vous préparer à enseigner à vos collègues comment utiliser l'appareil.

Répondez à ces questions qui surviennent au cours de votre tâche. Vous avez 10 minutes pour compléter cet exercice. Répondez à chaque question dans l'espace fourni et assurez-vous d'indiquer le numéro de page du manuel où vous avez trouvé l'information. Une fois terminé, vous aurez à présenter vos réponses à la classe en expliquant comment et où vous avez trouvé ces informations dans le manuel.

- |  | <b>Page #</b> |
|--|---------------|
| 1. Préface – Combien de temps dure la garantie sur la source de courant ?<br>_____   | _____         |
| 2. Section 1: Sécurité – Pour la protection des yeux, quel est l'indice de protection minimal de verres teintés requis avec le Powermax45 ?<br>_____                     | _____         |
| 3. Section 1: Sécurité – Devriez-vous couper l'alimentation avant de démonter la torche ?<br>_____   | _____         |
| 4. Section 2: Spécifications de l'appareil – Combien pèse un Powermax45 CSA ?<br>_____   | _____         |
| 5. Section 4: Préparation de la torche – Quelle est la vitesse de coupe recommandée pour couper de l'aluminium 9,5mm avec des consommables protégés (blindés) ?<br>_____ | _____         |
| 6. Section 6: Entretien et réparation – Quand doit-on remplacer l'électrode ?<br>_____   | _____         |

Nom: \_\_\_\_\_

Date: \_\_\_\_\_

### Feuillet d'exercice sur le manuel d'utilisation #3

Vous travaillez pour un atelier d'usinage des métaux qui fabrique toutes sortes de pièces sur mesure utilisées par différents manufacturiers. La direction a acheté récemment un nouveau Powermax45 et a l'intention de l'utiliser pour le coupage mécanisé. Vous devez l'installer et enseigner à vos collègues comment utiliser la machine.

Répondez à ces questions qui surviennent au cours de votre tâche. Vous avez 10 minutes pour compléter cet exercice. Répondez à chaque question dans l'espace fourni et assurez-vous d'indiquer le numéro de page du manuel où vous avez trouvé l'information. Une fois terminé, vous aurez à présenter vos réponses à la classe en expliquant comment et où vous avez trouvé ces informations dans le manuel.

- |   | <b>Page #</b> |
|---|---------------|
| 1. Préface – Combien de temps dure la garantie sur les pièces de torche fournies par le fabricant ?<br>_____  | _____         |
| 2. Section 2: Spécifications de l'appareil – Quelle est la capacité de perçage mécanisé du Powermax45 ?<br>_____  | _____         |
| 3. Section 4: Préparation de la torche – On vous demande d'enlever une soudure existante. Quel est le numéro de pièce du protecteur (blindage) que vous devriez utiliser ?<br>_____ | _____         |
| 4. Section 5: Fonctionnement – Qu'est-ce qui est le plus facile en coupage manuel : pousser la torche ou la tirer/traîner ?<br>_____  | _____         |
| 5. Section 5: Fonctionnement – On vous demande d'enlever une soudure existante. Quel est l'angle recommandé pour le gougeage ?<br>_____   | _____         |
| 6. Section 6: Entretien et réparation – Le voyant à DEL de l'alimentation clignote. Qu'est-ce que cela veut dire?<br>_____  | _____         |

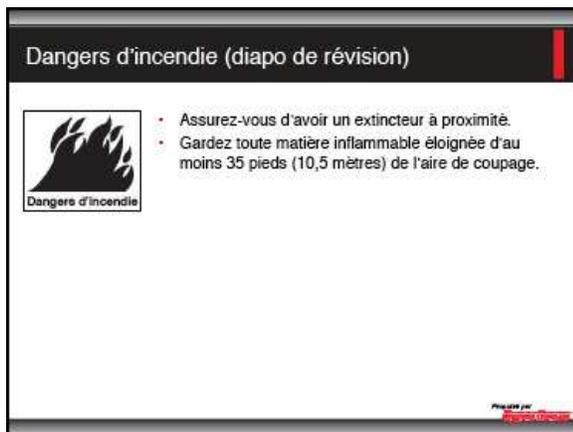
## Mesures de sécurité



### Diapo 5: Exercice sur les mesures de sécurité

Dans le manuel, il y a 9 thèmes relatifs à la sécurité :

- Dangers d'incendie - Chocs électriques - Vapeurs toxiques - Brûlures d'arc plasma - Protection yeux et peau - Mise à la terre - Gaz sous pression – Bruit - Stimulateurs cardiaques/prothèse auditives
- Divisez la classe en petits groupes et assignez à chaque groupe l'un des thèmes reliés à la sécurité. Si la classe est petite, vous pouvez alors, si vous le désirez, combiner les thèmes comme suit :
  - Dangers d'incendie
  - Chocs électriques
  - Vapeurs toxiques
  - Gaz sous pression
  - Mise à la terre, bruit et stimulateurs cardiaques/prothèses auditives
  - Brûlures d'arc plasma et protection des yeux et de la peau
- Chaque groupe prend 5 minutes pour consulter l'information sur le thème relié à la sécurité qui lui a été attribué et ensuite se prépare à présenter sa matière à la classe.



### Diapo 6: Dangers d'incendie

- Assurez-vous d'avoir un extincteur à proximité.
- Gardez toute matière inflammable éloignée d'au moins 35 pieds (10,5 mètres) de l'aire de coupage

**Chocs électriques (diapo de révision)**



- Il ne faut jamais toucher le corps de la torche, la pièce ou l'eau de la table à eau lorsque le système plasma est en marche.
- Portez des gants et des bottes isolants.
- Gardez le corps et les vêtements au sec.

À la sortie du plasma et À L'INTÉRIEUR du boîtier se trouvent des niveaux de tension et de courant dangereux, suffisants pour provoquer des chocs, des brûlures ou la mort.

Le boîtier de cet appareil ne doit être ouvert que par du personnel formé et autorisé.

Si le cordon et la fiche de la source de courant sont branchés, débranchez-les avant d'ouvrir le boîtier.

Si la source de courant est branchée en permanence, coupez l'alimentation et verrouillez/étiquetez l'alimentation avant d'ouvrir le boîtier.

Il faut attendre 5 minutes avant d'aller dans le boîtier après avoir coupé l'alimentation afin de permettre à l'énergie emmagasinée de se décharger.

S'il est nécessaire pour la maintenance de rebrancher l'alimentation tout en gardant le boîtier ouvert, prenez note qu'il existe des dangers d'explosion reliés aux flashes d'arc. Veuillez respecter TOUTES les exigences locales (par exemple, NFPA 70E aux États-Unis) concernant les pratiques sécuritaires au travail et le port des équipements de protection individuelle pendant la maintenance/l'entretien d'un appareil sous tension.

Le boîtier doit toujours être refermé et la continuité de la mise à la terre au boîtier vérifiée avant d'utiliser l'appareil après un déplacement, l'ouverture du boîtier ou une maintenance.

Toujours suivre les instructions pour débrancher l'alimentation avant d'inspecter ou de remplacer les consommables de la torche.

## Diapo 7: Chocs électriques

Toucher des pièces électriques sous tension peut provoquer un choc électrique fatal ou des brûlures graves. La mise en marche d'un système plasma complète un circuit électrique entre la torche et la pièce à tailler ; la pièce à tailler, et tout élément en contact avec celle-ci, font partie de ce circuit électrique.

- Il ne faut jamais toucher le corps de la torche, la pièce ou l'eau de la table à eau lorsque le système plasma est en marche.
- Portez des gants et des bottes isolants.
- Gardez le corps et les vêtements au sec.

À la sortie du plasma et À L'INTÉRIEUR du boîtier se trouvent des niveaux de tension et de courant dangereux, suffisants pour provoquer des chocs, des brûlures ou la mort.

- Le boîtier de cet appareil ne doit être ouvert que par du personnel formé et autorisé.
- Si le cordon et la fiche de la source de courant sont branchés, débranchez-les avant d'ouvrir le boîtier.
- Si la source de courant est branchée en permanence, coupez l'alimentation et verrouillez/étiquetez l'alimentation avant d'ouvrir le boîtier.
- Il faut attendre 5 minutes avant d'aller dans le boîtier après avoir coupé l'alimentation afin de permettre à l'énergie emmagasinée de se décharger.
- S'il est nécessaire pour la maintenance de rebrancher l'alimentation tout en gardant le boîtier ouvert, prenez note qu'il existe des dangers d'explosion reliés aux flashes d'arc. Veuillez respecter TOUTES les exigences locales (par exemple, NFPA 70E aux États-Unis) concernant les pratiques sécuritaires au travail et le port des équipements de protection individuelle pendant la maintenance/l'entretien d'un appareil sous tension.
- Le boîtier doit toujours être refermé et la continuité de la mise à la terre au boîtier vérifiée avant d'utiliser l'appareil après un déplacement, l'ouverture du boîtier ou une maintenance.
- Toujours suivre les instructions pour débrancher l'alimentation avant d'inspecter ou de remplacer les consommables de la torche.

**Vapeurs toxiques (diapo de révision)**



- Enlever tous les revêtements et les solvants des métaux avant le coupage.
- Utiliser une ventilation d'extraction locale pour éliminer les vapeurs de l'air.
- Porter un respirateur à adduction d'air au moment de couper des métaux revêtus d'éléments toxiques ou ayant un revêtement qui en contient ou soupçonné d'en contenir.
- S'assurer que les opérateurs sont qualifiés et dûment formés.
- Ne jamais couper de contenant dans lequel il pourrait y avoir des matières potentiellement toxiques, car ceci présente des risques d'explosion ou d'inhalation ; il faut vider et nettoyer adéquatement le contenant en tout premier lieu.
- Tester et surveiller la qualité de l'air sur le site lorsque requis.
- Consulter un expert de votre région en vue de planifier l'aménagement de vos aires de coupage pour garantir une qualité d'air sécuritaire.

Préparé par 

### Diapo 8: Vapeurs toxiques

Le matériau en train de se faire couper peut être une source de vapeurs toxiques ou de gaz qui appauvrissent l'air en oxygène. Les métaux qui peuvent dégager des vapeurs toxiques comprennent, sans les nommer tous, l'acier inoxydable, l'acier au carbone, le zinc (le galvanisé) et le cuivre. Les métaux peuvent également être recouverts de substances susceptibles de dégager des vapeurs toxiques, comme par exemple entre autres, le plomb, le cadmium et le béryllium.

Pour réduire les risques d'exposition aux vapeurs, il faut :

- Enlever tous les revêtements et les solvants des métaux avant le coupage.
- Utiliser une ventilation d'extraction locale pour éliminer les vapeurs de l'air.
- Porter un respirateur à adduction d'air au moment de couper des métaux revêtus d'éléments toxiques ou ayant un revêtement qui en contient ou soupçonné d'en contenir.
- S'assurer que les opérateurs sont qualifiés et dûment formés.
- Ne jamais couper de contenant dans lequel il pourrait y avoir des matières potentiellement toxiques, car ceci présente des risques d'explosion ou d'inhalation ; il faut vider et nettoyer adéquatement le contenant en tout premier lieu.
- Tester et surveiller la qualité de l'air sur le site lorsque requis.
- Consulter un expert de votre région en vue de planifier l'aménagement de vos aires de coupage pour garantir une qualité d'air sécuritaire.

**Brûlures d'arc plasma (diapo de révision)**



- Tenez-vous éloigné de l'extrémité de la torche.
- Ne tenez pas de métal près de la trajectoire de coupe.
- Ne pointez jamais la torche vers une autre personne ou vous-mêmes.

Préparé par 

### Diapo 9: Brûlures d'arc plasma

L'arc plasma se forme instantanément lorsque l'interrupteur de la torche est engagé et coupera facilement un gant ou de la peau.

- Tenez-vous éloigné de l'extrémité de la torche.
- Ne tenez pas de métal près de la trajectoire de coupe.

Ne pointez jamais la torche vers une autre personne ou vous-mêmes.

**Protection des yeux et de la peau (diapo de révision)**



Protection yeux/peau

- Portez des bottes et des gants isolants.
- Portez une protection pour les yeux (lunettes-masque de protection ou lunettes avec écrans latéraux et un casque de soudure) ayant des verres avec des teintes appropriées pour protéger les yeux des rayons ultraviolets et infrarouges de l'arc.
- Portez des vêtements ignifuges couvrant toutes les parties exposées du corps.
- Portez des pantalons sans revers (ou « coffres ») pour éviter que les étincelles ou les scories puissent s'y loger.
- Retirez de vos poches tous les objets combustibles, tels les briquets ou les allumettes, avant le coupage.

Préparé par  
Régis Gauthier

### Diapo 10: Protection des yeux et de la peau

Le rayonnement de l'arc plasma produit d'intenses rayons visibles et invisibles (ultraviolets et infrarouges) qui peuvent brûler les yeux et la peau.

- Portez des bottes et des gants isolants.
- Portez une protection pour les yeux (lunettes-masque de protection ou lunettes avec écrans latéraux et un casque de soudure) ayant des verres avec des teintes appropriées pour protéger les yeux des rayons ultraviolets et infrarouges de l'arc.
- Portez des vêtements ignifuges couvrant toutes les parties exposées du corps.
- Portez des pantalons sans revers (ou « coffres ») pour éviter que les étincelles ou les scories puissent s'y loger.
- Retirez de vos poches tous les objets combustibles, tels les briquets ou les allumettes, avant le coupage

**Mise à la terre (diapo de révision)**



Mise à la terre

- Fixez solidement le câble de retour sur la pièce à tailler en vous assurant d'un bon contact métal-métal.
- Ne fixez pas le câble à la partie de la pièce qui se détachera et tombera une fois la coupe terminée.

Préparé par  
Régis Gauthier

### Diapo 11: Mise à la terre

- Fixez solidement le câble de retour sur la pièce à tailler en vous assurant d'un bon contact métal-métal.
- Ne fixez pas le câble à la partie de la pièce qui se détachera et tombera une fois la coupe terminée

**Équipements de gaz comprimé (diapo de révision)**



Gaz comprimé

- N'utilisez que les bouteilles de gaz, les régulateurs, les tuyaux et les raccords conçus expressément pour cette utilisation spécifique.

Préparé par  
Régis Gauthier

### Diapo 12: Équipements de gaz comprimé

- N'utilisez que les bouteilles de gaz, les régulateurs, les tuyaux et les raccords conçus expressément pour cette utilisation spécifique.

### Bruit (diapo de révision)



- Si nécessaire, utilisez un protecteur auditif homologué lorsque vous utilisez un système plasma.
- Prévenez les personnes avoisinantes des risques reliés au bruit.

### Diapo 13: Bruit

Une exposition prolongée à de hautes intensités de bruit peuvent entraîner des problèmes auditifs.

- Si nécessaire, utilisez un protecteur auditif homologué lorsque vous utilisez un système plasma.
- Prévenez les personnes avoisinantes des risques reliés au bruit

### Stimulateurs cardiaques et prothèses auditives (diapo de révision)



- Le bon fonctionnement des stimulateurs cardiaques (« Pacemaker ») et des prothèses auditives peut être perturbé par des champs magnétiques qui émanent de courants de haute tension.
- Les personnes portant ce type d'appareil doivent consulter un médecin avant de s'approcher d'un endroit où est effectué du coupage ou du gougeage au plasma.

### Diapo 14 : Stimulateurs cardiaques et prothèses auditives

Le bon fonctionnement des stimulateurs cardiaques (« Pacemaker ») et des prothèses auditives peut être perturbé par des champs magnétiques qui émanent de courants de haute tension.

- Les personnes portant ce type d'appareil doivent consulter un médecin avant de s'approcher d'un endroit où est effectué du coupage ou du gougeage au plasma.

### Informations supplémentaires concernant la sécurité

**SÉCURITÉ**

#### Informations supplémentaires concernant la sécurité

1. ANSI Standard Z49.1, Safety in Welding and Cutting, American Welding Society, 550 LeJeune Road, P.O. Box 951020, Miami, FL 33135
2. ANSI Standard Z49.2, Fire Protection in the Use of Cutting and Welding Processes, American National Standards Institute, 1430 Broadway, New York, NY 10018
3. ANSI Standard Z359.1, Safe Practices for Occupational and Recreational Eye and Face Protection, American National Standards Institute, 1430 Broadway, New York, NY 10018
4. AWS F.1, Recommended Safe Practices for the Physical Air Welding and Cutting of Cylinders and Piping That Have High Pressure Residues, American Welding Society, 550 LeJeune Road, P.O. Box 951040, Miami, FL 33135
5. AWS F.2, Recommended Safe Practices for Plasma Arc Cutting, American Welding Society, 550 LeJeune Road, P.O. Box 951040, Miami, FL 33135
6. CSA Pamphlet P-1, Safe Handling of Compressed Gases in Cylinders, Compressed Gas Association, 1320 Jefferson Davis Highway, Arlington, VA 22202
7. CSA Standard W1122, Code for Safety in Welding and Cutting, Canadian Standards Association, 5969 Steeles Avenue East, Scarborough, Ontario M1V 5P6, Canada
8. NFPA Standard 51B, Cutting and Welding Processes, National Fire Protection Association, 470 Atlantic Avenue, Boston, MA 02210
9. NFPA Standard 70-1978, National Electrical Code, National Fire Protection Association, 470 Atlantic Avenue, Boston, MA 02210
10. OSHA, Safety and Health, Washington, DC 20450
11. AWS Safety and Health Facts Sheet, American Welding Society, 550 LeJeune Road, P.O. Box 951040, Miami, FL 33135, [www.aws.org/technical/facts/](http://www.aws.org/technical/facts/)

### Diapo 15: Informations supplémentaires concernant la sécurité

- Pour plus d'informations concernant la sécurité, vous pouvez consulter les différentes sources mentionnées sur cette diapositive

## Exercice sur la sécurité

Exercice sur les équipements de sécurité : photo #1



Qu'est-ce qui ne va pas dans cette image ?

Préparé par  
Hypertherm

Diapos 16 – 29: Exercice sur la sécurité

## Synthèse

Questions du devoir

1. Nommez trois choses que l'on peut apprendre du manuel.
2. Comment peut-on déterminer lesquels consommables utiliser avec le système plasma ?
3. À quoi sert le connecteur de pièce ?
4. En coupage manuel, est-il plus facile de pousser ou de tirer la torche ?
5. Quels consommables sont le plus fréquemment remplacés ?
6. Nommez trois vêtements de protection que l'on doit porter lorsque l'on fait fonctionner un système plasma.
7. Combien de temps l'arc requiert-il pour prendre forme à partir du moment où la gâchette de la torche du système plasma est actionnée ?
8. Est-ce que les respirateurs à adduction d'air sont nécessaires à toutes les fois où l'on utilise un système plasma ?

Préparé par  
Hypertherm

Diapo 30: Synthèse et survol des questions du devoir

## Technologie de coupage au plasma: théorie et pratique

### Devoir #4: Utilisation sécuritaire d'un système plasma

1. Nommez trois choses que l'on peut apprendre du manuel.

---

---

---

2. Comment peut-on déterminer lesquels consommables utiliser avec le système plasma ?

---

3. À quoi sert le connecteur de pièce ?

---

---

4. En coupage manuel, est-il plus facile de pousser ou de tirer la torche?

---

5. Quels consommables sont le plus fréquemment remplacés?

---

---

6. Nommez trois vêtements de protection que l'on doit porter lorsque l'on fait fonctionner un système plasma.

---

---

---

7. Combien de temps l'arc requiert-il pour prendre forme à partir du moment où la gâchette de la torche du système plasma est actionnée?

---

8. Est-ce que les respirateurs à adduction d'air sont nécessaires à toutes les fois où l'on utilise un système plasma?

---

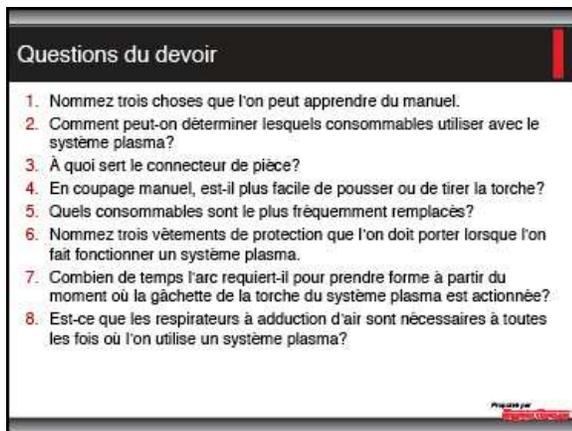
# Session 5: Le maniement d'un système plasma

---

## Introduction



Diapo 0: Titre de la session

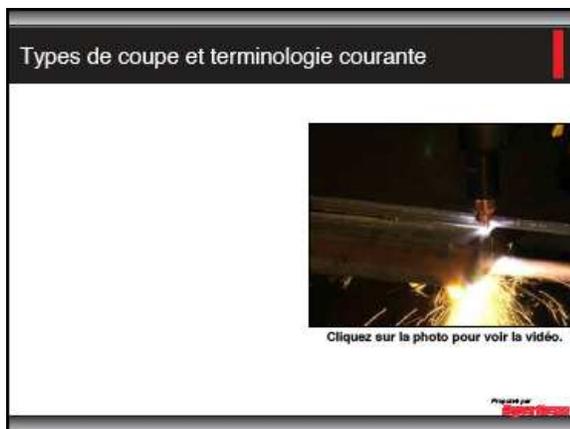


Diapo 1: Questions du devoir

## Terminologie courante



Diapo 2: Révision de la terminologie courante



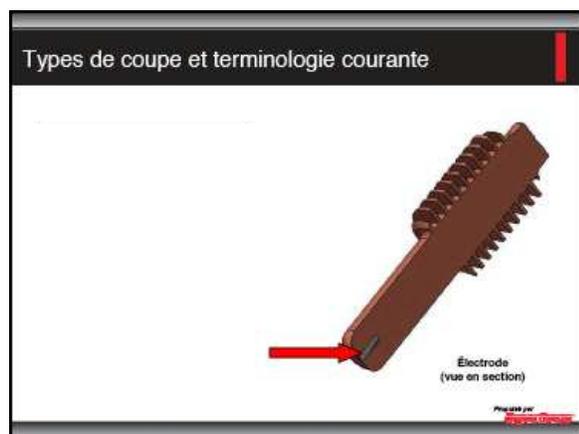
Diapo 3: Révision de la terminologie courante



Diapo 4: Révision de la terminologie courante



Diapo 5: Révision de la terminologie courante



Diapo 6: Révision de la terminologie courante



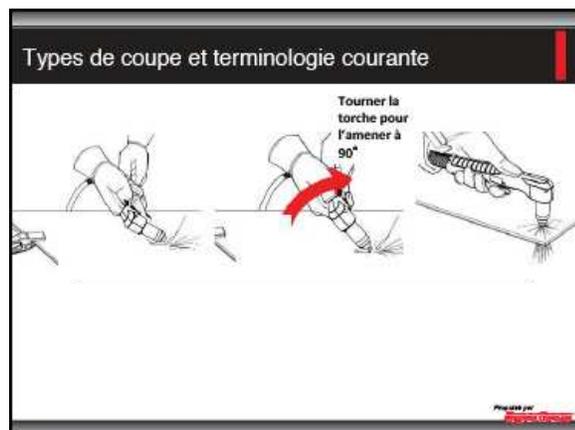
Diapo 7: Révision de la terminologie courante



Diapo 8: Révision de la terminologie courante



Diapo 9: Révision de la terminologie courante



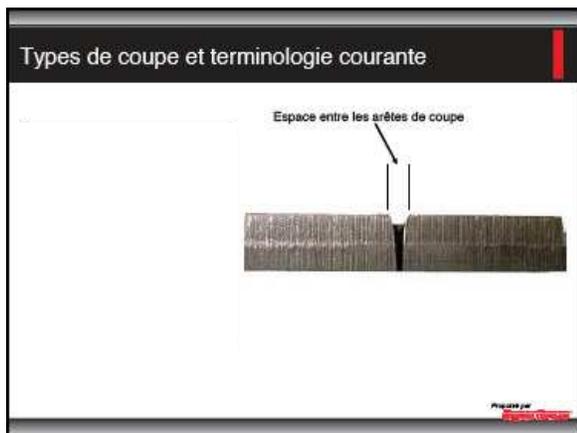
Diapo 10: Révision de la terminologie courante



Diapo 11: Révision de la terminologie courante



Diapo 12: Révision de la terminologie courante



Diapo 13: Révision de la terminologie courante

## Mise en marche de l'appareil

### Diapo 14: Mise en marche de l'appareil

Un sommaire des informations présentées dans la vidéo est donné au cours des pages qui suivent.

Préalablement à l'étape 1, vérifiez que l'alimentation est bien coupée et que l'appareil n'est pas sous tension ou, s'il s'agit d'un modèle de source de courant avec cordon d'alimentation et fiche, vérifiez que la fiche est bien débranchée de la prise de courant.

#### Étape 1: Vérifiez que les consommables de la torche ont été installés correctement.

- Dévissez la buse de protection pour ensuite retirer les pièces qui se trouvent à l'intérieur.
- Remplacez les pièces en commençant par insérer l'électrode, suivie du diffuseur et ensuite de la buse.

Vissez la buse de protection en place en serrant à la main ; il ne faut pas trop la serrer car ceci pourrait endommager les consommables

#### Étape 2: Branchez le faisceau de torche sur le panneau avant de la source de courant.

#### Étape 3: Raccordez le gaz.

- Tirez vers l'arrière le collier de branchement rapide du tuyau d'alimentation de gaz et mettez en place le raccord à déconnexion rapide.
- Le gaz peut être de l'air comprimé, de l'air en bouteille ou de l'azote en bouteille.
- L'air devrait être filtré pour y retirer toutes les saletés, l'eau et l'huile parce que les contaminants peuvent endommager la source de courant, la torche et les consommables.
- Pression de gaz minimale : 80 psi ou 5.5 bar  
Pression de gaz maximale : 100 psi ou 6.9 bar

#### Étape 4: Mettez le système sous tension.

- Branchez la fiche du cordon d'alimentation dans la bonne prise de courant.
- Mettez le système sous tension en plaçant l'interrupteur à « I » (« On »).
- Le voyant de tension à l'avant du système s'allumera.

Pour les spécifications concernant la tension d'entrée, consultez la plaque signalétique au dessous de la source de courant ou consultez le manuel.

#### Étape 5: Réglez le sélecteur de mode.

Placez le sélecteur de mode au milieu pour le coupage de tôles ou de plaques.

#### Étape 6: Réglez la pression de gaz

- Si le voyant de la barre-manomètre est vert, la pression de gaz est ajustée correctement.
- Si le voyant est jaune, la pression de gaz a besoin d'ajustement.



- Pour ajuster la pression de gaz, tournez en sens antihoraire le bouton d'intensité de courant jusqu'au bout pour le placer à la position « essai de gaz ».
  - Ensuite, tirez le bouton du détendeur de pression pour le déverrouiller.
  - Tournez le bouton du détendeur de pression jusqu'à ce que le voyant apparaisse en vert au centre de la barre-manomètre.
- Ensuite, poussez sur le bouton du détendeur de pression pour le verrouiller.

#### **Étape 7: Ajustez l'intensité de courant.**

- Placez le bouton d'intensité de courant à 45A pour obtenir la pleine puissance de coupage.
  - Si vous coupez un métal plus mince, l'intensité de courant peut être abaissée pour obtenir une meilleure qualité de coupe et allonger la durée de vie des consommables.
- Les voyants de température, d'anomalie et du capteur de buse de la torche ne devraient pas être allumés.

#### **Étape 8: Fixez le connecteur de pièce.**

- Fixez le connecteur de pièce solidement sur la pièce à tailler, ou sur la table de coupe, près de l'endroit où la coupe sera effectuée.
  - La rouille, la peinture ou les revêtements doivent être enlevés afin de s'assurer que le connecteur de pièce fasse un bon contact électrique.
- Le connecteur de pièce ne doit jamais être fixé sur la partie de métal qui se détachera.

#### **Étape 9: Utilisation du système plasma.**

- Évitez les amorçages inutiles, car ils réduisent la durée de vie de l'électrode et de la buse.

#### **Pour effectuer un amorçage à partir de l'arête et une coupe avec décrochage.**

- Tenez la torche verticalement (perpendiculaire à la pièce), tout juste à côté du bord de la pièce.
- Le blindage (ou protecteur) peut être placé directement sur la pièce pour un coupage plus facile.
- Faites basculer la gâchette de sécurité jaune vers l'avant et appuyez ensuite sur la gâchette rouge de la torche.
- L'arc pilote se transfère sur la pièce à tailler et devient l'arc de coupage.
- Prenez le temps nécessaire sur le bord pour permettre à l'arc de traverser complètement la pièce avant de poursuivre avec la coupe.
- Traînez la torche de manière uniforme pour couper.

Lorsque vous arrivez à la fin de la coupe, tournez légèrement la main tenant la torche vers l'avant en soulevant votre poignet. Ceci placera l'angle de la torche vers la direction de coupe, permettant ainsi à l'arc de sectionner complètement le matériau.

#### **La vitesse de déplacement adéquate**

- Maintenir une vitesse de déplacement appropriée est la clé du succès en coupage.
- Surveillez l'arc sous la plaque : les étincelles devraient jaillir derrière le point de coupe avec un angle de 15° à 30° de décalage (par rapport à la verticale).
- Si les étincelles jaillissent verticalement, alors la vitesse est trop lente.
- Si les étincelles jaillissent perpendiculairement à la coupe ou vers le haut de la pièce, alors la vitesse est trop rapide ou bien le système n'est pas assez puissant.

Les lignes de traînée sur la surface de la coupe complétée devraient également avoir un angle de 15° à 30°.

### **Coupage avec guide (coupage au gabarit)**

- Un guide de coupage plasma, une règle droite ou un gabarit peuvent être utilisés pour guider la torche.

La distance entre le centre et le bord du blindage doit être tenue en compte au moment de fabriquer un gabarit ou de placer la règle.

### **Coupe en biseau**

Si vous coupez en biseau ou en chanfrein, que ce soit avec un guide de coupage ou à main levée, souvenez-vous que l'épaisseur de matériau à couper augmente proportionnellement avec l'angle de biseau.

### **Perçage**

- La capacité de perçage d'un système est généralement égale à la moitié de sa capacité de coupe maximale.
- En fonction de l'épaisseur de métal à percer et du système utilisé, il existe deux méthodes de perçage :
  - Si vous percez un métal mince, tenez la torche perpendiculaire à la pièce à tailler et appuyez sur la gâchette pour transférer l'arc.
  - Si vous percez un métal épais, tenez la torche à un angle de 45° de manière à ce que la buse soit à l'intérieur de 1/8" (3.2mm) de distance de la pièce à tailler ; appuyez sur la gâchette pour transférer l'arc, ensuite faites faire une lente rotation à la torche pour ramener l'arc en position verticale.
- Pour les deux méthodes, lorsque les étincelles jaillissent en dessous de la pièce, le métal a donc été percé et alors le coupage peut débuter.

Afin de prolonger la durée de vie des consommables, il est recommandé d'utiliser la deuxième méthode en vue de minimiser les dommages causés aux consommables par les éclaboussures de métal en fusion.

### **Couper du métal déployé**

- Pour couper du métal déployé (grilles) ou pour une application ayant des coupes interrompues, placez le sélecteur de mode à « coupage de métal déployé », ce qui est la position du haut.
- Ceci permet au système de ré-amorcer automatiquement l'arc pilote sans avoir à manipuler la gâchette à chaque fois.

Pour couper, suivez simplement les instructions mentionnées pour le coupage d'une plaque.

### **Gougeage**

- Pour gouger, premièrement mettez le système hors tension, installez les consommables de gougeage et ensuite redémarrez le système.
- Placez le sélecteur de mode à « gougeage », ce qui est la position du bas.

Ensuite, pour obtenir un arc plus large et plus diffus pour le gougeage, tournez le bouton d'intensité de courant jusqu'au bout en sens antihoraire pour le placer à la position « essai de gaz ».

- Après cela, tirez sur le bouton du détenteur de pression pour le déverrouiller, tournez le bouton jusqu'à ce que le voyant apparaisse en vert au milieu de la barre-manomètre et enfin poussez le bouton de manière à le verrouiller.
- Placez le bouton d'intensité de courant à 45A pour obtenir la pleine puissance de gougeage.
- Tenez la torche à un angle de 45° par rapport à la pièce à gouger, avec un petit espace entre l'extrémité de la torche et la pièce, et ensuite appuyez sur la gâchette pour transférer l'arc.
- Maintenez cet angle et déplacez lentement la torche le long de la pièce pour enlever le métal ou les soudures non désirés.
- Si vous désirez une gouge moins profonde, diminuez l'angle de la torche.  
Pour une gouge plus profonde, augmentez l'angle de la torche ou effectuez des passages additionnels.

### **Optimisation du système**

- La qualité de coupe et la durée de vie des consommables sont deux facteurs très importants pour les opérateurs.
- Pour s'assurer que les consommables de la torche durent aussi longtemps qu'ils ont été conçus de le faire tout en fonctionnant selon les spécifications du fabricant, suivez les instructions sur cette vidéo, consultez les chartes de coupe fournies pour les réglages adéquats et respectez les consignes d'entretien et de maintenance.
- Une série de facteurs influencent la durée de vie des consommables comme par exemple la qualité de l'air, la technique de perçage, la longueur de coupe moyenne, l'expertise de l'opérateur, l'épaisseur et les types de matériaux.
- Une diminution des performances et de la qualité de coupe du système est souvent causée par une mauvaise qualité d'air, donc assurez-vous de maintenir l'air propre, sec et exempt d'huile

### **Accessoires**

Les fabricants offrent également une grande variété d'accessoires, tels que :

- Des filtres à air
- Des guides de coupage plasma
- Des gaines de cuir pour les torches
- Des housses pour les systèmes
- Des écrans faciaux et autres protecteurs pour les yeux et le visage
- Des gants

## Exécution d'une coupe avec décrochage

*Objectif : Établir la confiance de chacun en coupage plasma à main levée par l'expérimentation de la technique, des changements de vitesse de coupe, des changements d'angle de torche, etc. Revoir et pratiquer le réglage de l'appareil ainsi que l'emploi approprié des ÉPI.*

*Temps : 25 - 30 minutes*

### Matériel :

1. Un système plasma avec tous les raccordements nécessaires (air, courant, mise à la terre).
2. Des lunettes de sécurité pour chaque personne de la classe.
3. Au moins un ensemble complet d'ÉPI (préférentiellement 2 ou plus).
4. Des copies de la « Fiche de préparation rapide ».
5. Assez d'acier au carbone pour 50 coupes rectilignes et plus (recommandé : au moins 3 pieds (90 cm) par 1 pied (30 cm)).

### Directives:

- Transportez le système jusqu'à l'aire de coupage dans l'atelier.
- Simulation de la mise en marche du système ; les étudiants passent ensuite à chacun leur tour avec la « Fiche de préparation rapide » sur le système pour préparer celui-ci en vue du coupage plasma.
- Passage en revue la technique de coupe avec décrochage au profit du groupe, en faisant la démonstration de la vitesse de coupe et de l'angle de la torche SANS réellement couper – la partie amusante est laissée à la classe cette fois-ci !
- Le premier candidat revêt les ÉPI au complet et vérifie ensuite que le système est prêt pour le coupage.
- Vérifiez que tous portent leurs lunettes de sécurité avant que le coupage ne débute. Rappel à la classe sur la sécurité concernant les observateurs (la distance à respecter pour se prémunir des étincelles, il faut conserver la protection pour les yeux en tout temps durant le coupage, etc.).
- Chaque étudiant aura la chance de réaliser 2 ou 3 coupes avec décrochage.
- Le reste de la classe observe l'étudiant qui coupe pour donner une rétroaction constructive.
- Après chaque coupe, faites une pause et réviser la technique avec toute la classe.

## Synthèse

Questions du devoir

1. Est-il nécessaire de vérifier si les consommables de la torche sont correctement installés à chaque mise en marche du système? Pourquoi?
2. Pourquoi est-il important de vérifier la pression de gaz à chaque fois que vous effectuez les réglages de l'appareil?
3. Comment se nomme le métal en fusion re-solidifié qui adhère à l'arête de coupe?
4. Quel type de coupe est employé pour produire un angle sur l'arête?
5. Comment se nomme le vide laissé entre les deux portions d'une pièce qui se fait couper?
6. Comment se nomme une coupe effectuée à la main sans l'aide d'une règle ou d'un gabarit?
7. Comment se nomme l'activité où un opérateur utilise un système plasma pour enlever une couche de métal de la surface d'une plaque sans toutefois la couper en deux?

Préparé par  
Hypertherm

## Diapo 15: Synthèse et survol des questions du devoir

## Technologie de coupage au plasma : théorie et pratique

### Devoir #5: Le maniement d'un système plasma

1. Est-il nécessaire de vérifier si les consommables de la torche sont correctement installés à chaque mise en marche du système ? Pourquoi ?

---

---

---

2. Pourquoi est-il important de vérifier la pression de gaz à chaque fois que vous effectuez les réglages de l'appareil ?

---

---

---

3. Comment se nomme le métal en fusion re-solidifié qui adhère à l'arête de coupe ?

---

4. Quel type de coupe est employé pour produire un angle sur l'arête ?

---

5. Comment se nomme le vide laissé entre les deux portions d'une pièce qui se fait couper ?

---

6. Comment se nomme une coupe effectuée à la main sans l'aide d'une règle ou d'un gabarit ?

---

7. Comment se nomme l'activité où un opérateur utilise un système plasma pour enlever une couche de métal de la surface d'une plaque sans toutefois la couper en deux ?

---

# Session 6: Évaluer la qualité d'une coupe

---

## Introduction



Diapo 0: Titre de la session

### Questions du devoir

1. Est-il nécessaire de vérifier si les consommables de la torche sont correctement installés à chaque mise en marche du système? Pourquoi?
2. Pourquoi est-il important de vérifier la pression de gaz à chaque fois que vous effectuez les réglages de l'appareil?
3. Comment se nomme le métal en fusion re-solidifié qui adhère à l'arête de coupe?
4. Quel type de coupe est employé pour produire un angle sur l'arête?
5. Comment se nomme le vide laissé entre les deux portions d'une pièce qui se fait couper?
6. Comment se nomme une coupe effectuée à la main sans l'aide d'une règle ou d'un gabarit?
7. Comment se nomme l'activité où un opérateur utilise un système plasma pour enlever une couche de métal de la surface d'une plaque sans toutefois la couper en deux?

Diapo 1: Questions du devoir

## Principaux facteurs affectant la qualité d'une coupe

**Principaux facteurs affectant la qualité de coupe**

- Les scories
- L'angle de coupe
- La surface de coupe



Préparé par Hypertherm

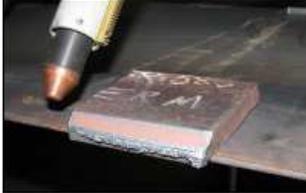
### Diapo 2: Évaluer la qualité de coupe

Il y a trois principaux facteurs à considérer lorsque vient le temps d'évaluer la qualité d'une coupe :

- La quantité de scories, c'est à dire la matière en fusion qui se re-solidifie sur le dessus ou le dessous de la pièce coupée.
- L'angle de la coupe, c'est à dire le degré d'angularité de la surface de la coupe.
- La surface de la coupe : la surface de la coupe peut être concave ou convexe et peut avoir un fini de surface qui varie (autant en terme de rectitude qu'en terme de texture) ; le plasma manuel produit en général une surface de coupe plus rugueuse que le plasma mécanisé.

**Les scories**

- Il faut se souvenir que les scories sont des oxydes et du métal en fusion re-solidifiés qui adhèrent à la pièce au haut ou au bas de l'arête de coupe pendant le coupage thermique.
- Il y a toujours une certaine quantité de scories engendrées lorsque l'on coupe au plasma air.
- Une quantité excessive de scories est causée principalement par une vitesse de déplacement de la torche trop rapide ou trop lente pour le type de matériau qui se fait couper.



Préparé par Hypertherm

### Diapo 3: Les scories

- Il faut se souvenir que les scories sont des oxydes et du métal en fusion re-solidifiés qui adhèrent à la pièce au haut ou au bas de l'arête de coupe pendant le coupage thermique.
- Il y a toujours une certaine quantité de scories engendrées lorsque l'on coupe au plasma air.
- Une quantité excessive de scories est causée principalement par une vitesse de déplacement de la torche trop rapide ou trop lente pour le type de matériau coupé.

**La vitesse de déplacement appropriée**

- Les étincelles devraient jaillir en dessous de la pièce taillée avec un léger angle de décalage derrière la torche de 15° à 30° par rapport à la verticale.
- Si les étincelles jaillissent par le haut, la torche se déplace alors trop rapidement.
- Si les étincelles surgissent en dessous de la coupe, mais plus près de la verticale, alors la torche se déplace trop lentement.



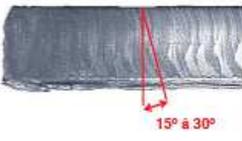
Préparé par Hypertherm

### Diapo 4: La vitesse de déplacement appropriée

- Lorsque vous coupez à la bonne vitesse, les étincelles devraient jaillir en dessous de la pièce taillée avec un léger angle de décalage derrière la torche de 15° à 30° par rapport à la verticale ; ceci est difficile à constater par vous-mêmes : il serait donc préférable d'avoir quelqu'un qui observe pour vous et vous donne l'information pendant que vous coupez.
- Si les étincelles jaillissent par le haut, la torche se déplace alors trop rapidement ; ceci est parfois appelé une « queue de coq ».
- Si les étincelles surgissent en dessous de la coupe, mais plus près de la verticale que recommandé, alors ceci veut dire que la torche se déplace trop lentement.

### La vitesse de déplacement appropriée

- Les lignes de traînée sur la face de coupe indiquent si votre vitesse était appropriée ; les lignes de traînée ont l'apparence d'une courbe en « s » sur la face de coupe.
- Voici comment mesurer l'angle des lignes de traînée :
  - Choisissez un endroit à peu près au milieu de votre coupe. Tracez une ligne droite verticale. Ceci sera votre ligne de référence.
  - Ensuite, trouvez la ligne de traînée qui commence dans le haut de votre ligne verticale. Tracez une ligne droite entre le début et la fin de cette ligne de traînée.
  - Utilisez un rapporteur d'angle pour mesurer cet angle. Vos lignes de traînée devraient idéalement se situer entre 15° et 30° de la verticale.



### Diapo 5: La vitesse de déplacement appropriée (suite)

- Les lignes de traînée sur la face de coupe indiquent si votre vitesse était appropriée ; les lignes de traînée ont l'apparence d'une courbe en « s » sur la face de coupe.
- Voici comment mesurer l'angle des lignes de traînée :
  - Choisissez un endroit à peu près au milieu de votre coupe. Tracez une ligne droite verticale. Ceci sera votre ligne de référence.
  - Ensuite, trouvez la ligne de traînée qui commence dans le haut de votre ligne verticale. Tracez une ligne droite entre le début et la fin de cette ligne de traînée.
  - Utilisez un rapporteur d'angle pour mesurer cet angle. Vos lignes de traînée devraient idéalement se situer entre 15° et 30° de la verticale

### Minimiser les scories de basse vitesse

- Les scories de basse vitesse se forment lorsque la vitesse de coupage de la torche est trop lente et que l'arc se trouve ainsi à pointer vers l'avant.
- Cela forme généralement au bas de la coupe un important dépôt plein de bulles de gaz pouvant être enlevé assez facilement.
- Si ceci se présente, augmentez la vitesse de coupe.



### Diapo 6: Minimiser les scories de basse vitesse

- Les scories de basse vitesse se forment lorsque la vitesse de coupage de la torche est trop lente et que l'arc se trouve ainsi à pointer vers l'avant.
- Cela forme généralement au bas de la coupe un important dépôt plein de bulles de gaz pouvant être enlevé assez facilement.
- Si ceci apparaît, augmentez la vitesse de coupe

### Minimiser les scories de haute vitesse

- Les scories de haute vitesse se forment lorsque la vitesse de coupage de la torche est trop rapide et que l'arc se trouve à décaler vers l'arrière.
- Ces scories ont la forme d'un mince cordon linéaire de métal solide déposé très près de la coupe ; celui-ci est soudé au bas de la coupe et est très difficile à enlever.
- Si ceci se présente, ralentissez la vitesse de coupe ou diminuez la distance torche-pièce.



### Diapo 7: Minimiser les scories de haute vitesse

- Les scories de haute vitesse se forment lorsque la vitesse de coupage de la torche est trop rapide et que l'arc se trouve à décaler vers l'arrière.
- Ces scories ont la forme d'un mince cordon linéaire de métal solide déposé très près de la coupe ; celui-ci est soudé au bas de la coupe et est très difficile à enlever.
- Si ceci apparaît, ralentissez la vitesse de coupe ou diminuez la distance torche-pièce

### Quelques notes à propos des scories

- Les scories sont davantage susceptibles de se former sur du métal chaud ou brûlant que sur du métal froid.
- Donc, la première d'une série de coupes est celle qui produit habituellement le moins de scories.
- Au fur et à mesure que la pièce s'échauffe, une plus grande quantité de scories pourrait s'accumuler au fil des coupes suivantes.
- L'acier doux est plus sujet à produire des scories que l'aluminium ou l'acier inoxydable.
- Des consommables usés ou endommagés peuvent également générer des scories.

### Principaux facteurs affectant la qualité de coupe Angle de coupe ou de biseau

- Les coupes devraient être « d'équerre ».
- L'arc possède un angle.
- Un angle de coupe (ou biseau) positif survient lorsque plus de matériel est enlevé du haut de la coupe que du bas.
- Un angle de coupe négatif survient lorsque plus de matériel est enlevé du bas de la coupe que du haut.

**Problème**

- Angle de coupe négatif
- Coupe d'équerre
- Angle de coupe positif

**Cause**

- La torche est trop basse.
- La torche est trop haute.

### Diapo 8: Quelques notes à propos des scories

- Les scories sont davantage susceptibles de se former sur du métal chaud ou brûlant que sur du métal froid. Donc, la première d'une série de coupes est celle qui produit habituellement le moins de scories. Au fur et à mesure que la pièce s'échauffe, une plus grande quantité de scories pourrait s'accumuler au fil des coupes suivantes.
- L'acier au carbone est plus sujet à produire des scories que l'aluminium ou l'acier inoxydable.
- Des consommables usés ou endommagés peuvent aussi générer des scories.

### Diapo 9: Angle de coupe ou de biseau

- Idéalement, vous voulez avoir à la fin des coupes « d'équerre », c'est à dire qu'il n'y a pas d'angle sur les faces de coupe.
- Nous avons mentionné plusieurs fois préalablement que « le blindage vous permet de traîner la torche directement sur la surface de la pièce, car la distance torche-pièce adéquate est intégrée dans celui-ci » - voici donc une autre façon d'illustrer ce que cela signifie : le blindage garantit que la partie de l'arc qui fait la coupe soit celle qui est la plus d'équerre possible.
- De par sa forme, l'arc possède un angle, tel que montré sur la diapositive.
- Un angle de coupe (ou un biseau) positif survient quand plus de matériel est enlevé du haut de la coupe que du bas.
- Un angle de coupe négatif survient quand plus de matériel est enlevé du bas de la coupe.
- Il faut prendre note que la meilleure qualité de coupe se trouve toujours du côté droit par rapport à la direction de déplacement de la torche : ceci est dû au fait que l'arc tourbillonne dans le sens horaire (lorsque observé du haut), donc il est le plus chaud et le plus dense au moment de sortir de la face de coupe de droite.

**Rectitude de la surface de coupe**



- La surface de coupe plasma typique est légèrement concave : c'est cette forme que vous désirez obtenir.

Hypertherm Inc.

**Diapo 10: Rectitude de la surface de coupe**

- La surface de coupe plasma typique est légèrement concave : c'est cette forme que vous désirez obtenir.

**Surface de coupe fortement concave**



- Une surface de coupe fortement concave survient lorsque la distance torche-pièce est trop faible.
- Augmentez la distance torche-pièce pour rectifier la surface de coupe.

Hypertherm Inc.

**Diapo 11: Surface de coupe fortement concave**

- Une surface de coupe fortement concave survient lorsque la distance torche-pièce est trop faible.
- Augmentez la distance torche-pièce pour rectifier la surface de coupe

**Surface de coupe fortement convexe**



- Une surface de coupe fortement convexe survient lorsque la distance torche-pièce est trop grande ou lorsque le courant de coupage est trop élevé.

Hypertherm Inc.

**Diapo 12: Surface de coupe fortement convexe**

- Une surface de coupe fortement convexe survient lorsque la distance torche-pièce est trop grande ou lorsque le courant de coupage est trop élevé.

## **Exercice sur l'évaluation de la qualité de coupe**

**Objectif :** *Permettre aux étudiants de se familiariser avec les outils de mesure employés pour déterminer la qualité de coupe relative, de même qu'avec les différentes méthodes d'optimisation. Les étudiants en viendront à être davantage en confiance dans leurs autoévaluations et se familiariseront avec la façon de recommander des ajustements.*

**Temps :** 15 – 20 minutes

**Matériel :**

1. Le feuillet d'exercice sur l'évaluation de la qualité de coupe, lequel contient les définitions de la terminologie utilisée dans les évaluations de coupe.
2. Les coupes effectuées par les étudiants à la session 5.

**Directives :**

- Rassemblez les coupes des étudiants de la session 5 et observez-les en groupe.
- Choix de trois ou quatre coupes qui serviront d'exemples pour illustrer les différences entre les observations à faire pour une évaluation, telles que scories à haute ou à basse vitesse, bon angle de coupe ou mauvais et/ou surfaces de coupe concaves ou convexes.
- Chaque étudiant aura un feuillet d'évaluation de la qualité de coupe pour évaluer chacune des coupes sur la base de ce qui a été appris dans cette leçon.
- Lorsque terminé, discussion en groupe de chaque coupe de manière à pouvoir échanger des commentaires vis-à-vis les sélections des étudiants.

Nom: \_\_\_\_\_

Date: \_\_\_\_\_

Coupe: \_\_\_\_\_

## Évaluation de la qualité de coupe

### 1. Scories – le matériel en fusion qui se solidifie sur le dessus ou le dessous de la pièce taillée.

Scories de basse vitesse

Sans scories

Scories de haute vitesse

|            |            |            |            |            |            |            |

Que feriez-vous pour améliorer la question d'accumulation de scories sur la pièce ?

### 2. Angle de coupe – le degré d'angularité de la face de coupe.

Angle de coupe négatif

Coupe d'équerre

Angle de coupe positif

|            |            |            |            |            |            |            |

Que feriez-vous pour améliorer l'angle de coupe ?

### 3. Rectitude de la surface de coupe – la surface de coupe peut être concave ou convexe.

Concave

Droite

Convexe

|            |            |            |            |            |            |            |

Que feriez-vous pour améliorer la rectitude de la surface de coupe ?

## Autres solutions de dépannage

**Autres solutions de dépannage**  
*J'ai appuyé sur la gâchette, mais ça ne s'allume pas.*

Voici quelques solutions possibles :

- Desserrez la buse de protection et essayez de nouveau : ceci pourrait dégager l'électrode afin qu'elle puisse être en mesure de s'éloigner de la buse sous l'effet du flux de gaz.
- Vérifiez les numéros de pièce des consommables par rapport à l'autocollant sur le dessus de l'appareil : si les pièces sont mal agencées ou dans le mauvais ordre, elles peuvent peut-être ne pas faire contact ou être incapables de se séparer lorsque la gâchette est actionnée.
- Essayez une autre torche, si possible. Mettre une torche qui fonctionne sur le système permettra de savoir rapidement si le problème provient de la torche ou du bloc d'alimentation.



### Diapo 13: J'ai appuyé sur la gâchette, mais ça ne s'allume pas.

Une torche plasma est conçue pour créer un arc en faisant circuler du courant entre l'électrode et la buse qui, au départ, se touchent quand la torche est inactive. Lorsque l'on appuie sur la gâchette pendant que le courant circule, le flux de gaz sépare les deux pièces l'une de l'autre et crée alors le plasma initial. Sans cette séparation des pièces ou cet arc initial, un arc de coupage ne pourra se former.

Voici donc quelques solutions possibles:

- Desserrez la buse de protection et essayez de nouveau : ceci pourrait dégager l'électrode afin qu'elle puisse être en mesure de s'éloigner de la buse sous l'effet du flux de gaz.
- Vérifiez les numéros de pièce des consommables par rapport à l'autocollant sur le dessus de l'appareil : si les pièces sont mal agencées ou dans le mauvais ordre, elles peuvent peut-être ne pas faire contact ou être incapables de se séparer lorsque la gâchette est actionnée.
- Essayez une autre torche, si possible. Mettre une torche qui fonctionne sur le système permettra de savoir rapidement si le problème provient de la torche ou de la source de courant.

**Autres solutions de dépannage**  
**L'appareil perd son arc pendant la coupe.**

Pour diagnostiquer le problème :

- Surveillez les voyants d'interverrouillage de courant et de pression pour voir s'ils clignotent : si l'alimentation en courant ou en gaz est dès le départ marginale, il est possible que l'une ou l'autre décline hors des limites d'opération pendant la coupe.
- Essayez une autre torche, si possible : s'il y a un contact défectueux dans la torche ou un fil sectionné dans le faisceau de torche, les utilisateurs peuvent faire apparaître ce problème en déplaçant la torche pendant une coupe.



**Diapo 14: L'appareil perd son arc pendant la coupe.**

Si ceci ne survient qu'occasionnellement, la cause n'est peut-être simplement qu'une alimentation en air contaminée ou un courant marginal. Si ceci survient constamment ou si le fait de substituer une torche qui fonctionne ne résout pas le problème, alors l'appareil doit être retourné au fabricant pour réparation.

Pour diagnostiquer le problème :

- Surveillez les voyants d'interverrouillage de courant et de pression pour voir s'ils clignotent : si l'alimentation en courant ou en gaz est dès le départ marginale, il est possible que l'une ou l'autre décline hors des limites d'opération pendant la coupe.
- Essayez une autre torche, si possible : s'il y a un contact défectueux dans la torche ou un fil sectionné dans le faisceau de torche, les utilisateurs peuvent faire apparaître ce problème en déplaçant la torche pendant une coupe.

**Autres solutions de dépannage**  
**Il y a un voyant DEL d'interverrouillage allumé.**

Premièrement, consultez la section Fonctionnement de votre manuel : les voyants peuvent différer légèrement d'un appareil à l'autre.

Si vous voyez le voyant rouge avec un éclair, c'est habituellement pour l'une de ces deux raisons :

- La buse de protection est trop serrée : desserrez-la un peu pour résoudre le problème.
- Le plongeur est devenu encrassé et ne ramène pas l'électrode à sa position en attente (ceci peut aussi causer des piqûres sur le plongeur).



**Diapo 15: Il y a un voyant DEL d'interverrouillage allumé.**

- Premièrement, consultez la section Fonctionnement de votre manuel : les voyants peuvent différer légèrement d'un appareil à l'autre. Le manuel pourrait donc aider à résoudre le problème.
- Si vous voyez le voyant rouge avec un éclair, c'est habituellement pour l'une de ces deux raisons :
  - La buse de protection est trop serrée : desserrez-la un peu pour résoudre le problème.
  - Le plongeur est devenu encrassé et ne ramène pas l'électrode à sa position en attente (ceci peut aussi causer des piqûres sur le plongeur).

### Autres solutions de dépannage *Je passe au travers d'une foule de consommables.*

Voici quelques conseils pour évaluer et allonger la durée de vie de vos consommables :

- Quel genre de durée de vie obtenez-vous ? Il faut s'attendre à avoir 1 à 2 heures d'arc actif en coupage manuel.
- Faites-vous du coupage à la traîne ? Gardez la torche sur la pièce.
- Éliminez toute l'humidité de l'alimentation en air.



### Diapo 16: Je passe au travers d'une foule de consommables.

La durée de vie des consommables dépend de plusieurs variables comme, entre autres, l'intensité de courant (plus d'ampères = vie plus courte), l'épaisseur de matériau (plus épais = vie plus courte), le régime de production (coupes plus rapides = vie plus courte) et le perçage (partir du bord aide à préserver les consommables).

Voici quelques conseils pour évaluer et allonger la durée de vie de vos consommables :

- Quel genre de durée de vie obtenez-vous ? Il faut s'attendre à avoir 1 à 2 heures d'arc actif en coupage manuel.
- Faites-vous du coupage à la traîne ? Gardez la torche sur la pièce.
- Éliminez toute l'humidité de l'alimentation en air.

### Autres solutions de dépannage *Ça ne coupe plus comme avant.*

- Établissez les éléments qui vous portent à dire que la qualité de coupe a changé. Avec le plasma manuel particulièrement, on doit s'attendre à un peu d'angularité et de scories.
- Remplacez les consommables. Changez seulement la buse et l'électrode en premier, ensuite essayez avec un nouveau diffuseur.
- Éliminez toute l'humidité que pourrait contenir l'alimentation en air.



### Diapo 17: Ça ne coupe plus comme avant.

La qualité de coupe est fortement influencée par la technique de l'utilisateur. Donc, la première étape consiste donc à déterminer en quoi la qualité de coupe a changé (si changement il y a).

Voici quelques conseils pour évaluer et améliorer la qualité de coupe :

- Établissez les éléments qui vous portent à dire que la qualité de coupe a changé. Avec le plasma manuel particulièrement, on doit s'attendre à un peu d'angularité et de scories.
- Remplacez les consommables. Changez seulement la buse et l'électrode en premier, ensuite essayez avec un nouveau diffuseur.
- Éliminez toute l'humidité que pourrait contenir l'alimentation en air.
- Il est aussi possible que des variations dans la nature de la pièce à tailler affectent la qualité de coupe.

Nom : \_\_\_\_\_

Date : \_\_\_\_\_

## Exercice sur le dépannage

Pour chaque problème dans la colonne de gauche, indiquez la cause la plus probable en inscrivant la lettre correspondante dans l'espace à gauche.

Problème	Cause la plus probable
_____ Courte durée de vie des consommables	A. Vitesse de coupe trop rapide
_____ L'arc ne s'allume pas en appuyant sur la gâchette	B. Distance torche-pièce trop petite
_____ Formation de scories minces et linéaires au bas de la coupe	C. Vitesse de coupe trop lente
_____ Angle de coupe positif	D. Alimentation marginale en courant ou en gaz
_____ Angle de coupe négatif	E. Consommables mal appariés
_____ Dépôt abondant de scories pleines de bulles au bas de la coupe	F. Distance torche-pièce trop grande
_____ La torche perd l'arc pendant la coupe	G. Si un embout pour le coupage à la traîne est utilisé, il faut garder la torche directement sur la pièce.

## Synthèse

Questions du devoir

1. Nommez les trois critères utilisés pour évaluer la qualité d'une coupe.
2. Quelle est la meilleure façon de réduire la quantité de scories produites lors du coupage avec un système plasma ?
3. Lorsque vous coupez à la vitesse appropriée, les étincelles générées par le système plasma devraient avoir l'air de quoi ?
4. Quel est le nom donné au mince cordon linéaire de métal solide situé très près de la coupe, qui est soudé au bas de celle-ci et est difficile à enlever ? Quelle est la meilleure solution pour réduire cette formation ?
5. Quel côté d'une coupe présentera la plus grande qualité et pourquoi ?
6. Si l'arc ne s'amorce pas lorsque l'on appuie sur la gâchette, quel en est la cause la plus probable ?
7. En moyenne, combien de temps peut-on s'attendre à ce que dure un jeu de consommables dans un système manuel ?

Powered by  
Hypertherm

## Diapo 18: Synthèse et questions du devoir

## Technologie de coupage au plasma: théorie et pratique

### Devoir #6: Évaluer la qualité de coupe

1. Nommez les trois critères utilisés pour évaluer la qualité d'une coupe.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. Quelle est la meilleure façon de réduire la quantité de scories produites lors du coupage avec un système plasma ?  
\_\_\_\_\_
3. Lorsque vous coupez à la vitesse appropriée, les étincelles générées par le système plasma devraient avoir l'air de quoi ?  
\_\_\_\_\_
4. Quel est le nom donné au mince cordon linéaire de métal solide situé très près de la coupe, qui est soudé au bas de celle-ci et est difficile à enlever ? Quelle est la meilleure solution pour réduire cette formation ?  
\_\_\_\_\_
5. Quel côté d'une coupe présentera la plus grande qualité et pourquoi ?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
6. Si l'arc ne s'amorce pas lorsque l'on appuie sur la gâchette, quel en est la cause la plus probable ?  
\_\_\_\_\_
7. En moyenne, combien de temps peut-on s'attendre à ce que dure un jeu de consommables dans un système manuel ?  
\_\_\_\_\_

## Glossaire

---

Coupe en biseau	La technique de coupage où la torche est inclinée pour réaliser un angle sur le bord de la pièce.
Coupe avec décrochage	Coupe où l'une des portions de la plaque coupée se détache de la pièce principale et tombe.
Scories	Oxydes et métal en fusion re-solidifiés qui adhèrent au bord de l'arête sur le dessus ou le dessous de la pièce taillée pendant le coupage thermique.
Électrode	La pièce dans un jeu de consommables qui émet un jet constant d'électrons pour produire l'arc plasma.
Coupe à main levée	Coupe effectuée sans l'aide d'une règle ou d'un gabarit.
Gouage	L'action d'enlever une couche de métal de la surface d'une plaque sans la traverser en entier ; utilisé pour enlever de vieilles soudures ou pour préparer une surface pour le soudage.
Coupe guidée	Une coupe effectuée avec une règle ou un gabarit pour guider celle-ci le long d'un trajet prédéterminé.
Hafnium	Le métal couramment utilisé en tant qu'émetteur d'électrons avec l'air ou l'azote comme gaz plasmagène.
Perçage de trou	Une méthode d'amorcer une coupe dans laquelle l'arc plonge dans et finalement à travers la pièce préalablement au coupage comme tel.
Saignée	Le vide laissé par l'enlèvement linéaire de matière pour n'importe quel type de procédé de coupage ; par exemple, la largeur de la lame de scie lorsque l'on coupe du bois.
Buse	Une pièce consommable de la torche présentant un orifice, ou un trou, à travers duquel l'arc passe.
Coupe avec gabarit	Coupe effectuée avec une règle ou un gabarit pour guider celle-ci le long d'un trajet prédéterminé.
Torche	La partie du système plasma qui sert à effectuer le coupage comme tel.