



ANALYSE H&S

DES PROCÉDÉS INDUSTRIELS & MAITRISE DU CYCLE DES DÉCHETS



POUR UNE PERFORMANCE DURABLE ET RESPONSABLE



SOUDURE

Précision, productivité
et qualité d'assemblage





PRÉVENTION DES RISQUES

Identifier, évaluer
et maîtriser les risques
à chaque étape
du procédé.



PROTECTION DES OPÉRATEURS

Assurer un environnement
de travail sûr et sain grâce
à des équipements adaptés,
des bonnes pratiques et
une sensibilisation continue.



RÉDUCTION DE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL

Limiter les émissions,
économiser les ressources
et réduire la pollution
à la source.



OPTIMISATION DE LA MAITRISE DES DÉCHETS

Valoriser les déchets,
améliorer leur traçabilité et
favoriser le recyclage pour
une économie circulaire
et responsable.



Les procédés industriels

Analyse H&S des procédés industriels : SOUDURE

Le soudage de métaux permet d'assembler deux éléments métalliques de même nature en portant leurs bords à la température de fusion, ou par apport de matière, grâce à une source d'énergie



Les procédés industriels – Soudure

Risques

L'exposition aux fumées de soudage constitue le risque majeur

Ces fumées, une fois inhalées, peuvent être à l'origine de la survenue de pathologies aiguës et chroniques (fièvre des métaux, asthme, bronchite, atteintes pulmonaires et rénales, cancers...)



Lésions oculaires

Rayonnement ultraviolet (atteintes de la rétine, « coups d'arc »)

Rayonnement infrarouge (brûlures de la cornée, cataractes)

Projection de gouttelettes métalliques et produits de soudure



Les procédés industriels – Soudure

Risques

Brûlures cutanées

Projection de gouttelettes métalliques et produits de soudure

Contact avec des pièces métalliques portées à haute température

Rayonnement ultraviolet



Lésions auditives

Soudage MIG (niveau sonore peut être supérieur à 80 dB(A))

Martelage, burinage, meulage... (phase de préparation)



Les procédés industriels – Soudure

Risques

Électrisation, électrocution

Matériel défectueux (fil de mise à la terre abîmé, gaine isolante endommagée...)

Travail en environnement humide

Travail sur une surface conductrice



Incendie et explosion

Flamme / gaz sous pression

Arc électrique

Étincelles et projections



Autres risques

Intoxication, asphyxie-anoxie, gestes et postures, manutention, ...



Les procédés industriels – Soudure

Les fumées de soudage

95% des constituants des fumées de soudage proviennent des produits d'apport

Les fumées de soudage proviennent des hautes températures atteintes au point de fusion

⇒ Gaz + Particules métalliques et d'oxydes métalliques possédant un diamètre généralement inférieur à $0,1 \mu\text{m}$

Composition des fumées de soudure :

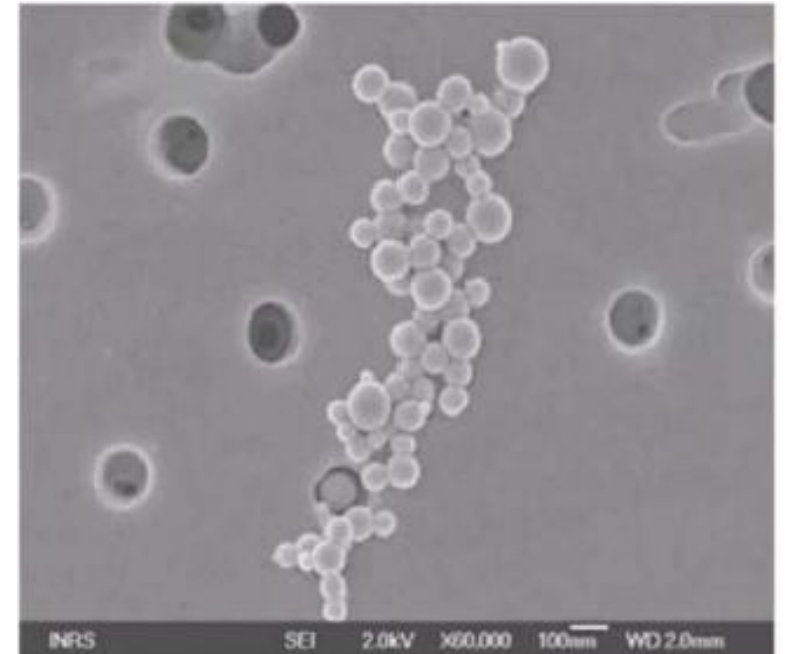
Les gaz protecteurs des opérations de soudage

Les gaz émis lors des opérations de soudage : CO, O₃, NOx ...

Les produits émis lors de la dégradation des revêtements des pièces

Particules métalliques - Poussières

- oxydes de fer - oxydes de manganèse - oxydes d'aluminium - composés du chrome VI
- oxydes de nickel - oxydes de zinc - oxydes de cadmium - oxydes de béryllium
- dioxyde de thorium - oxydes de cobalt - composés du baryum
- oxydes de potassium - dioxyde de titane, - oxydes de plomb - oxydes de cuivre ...



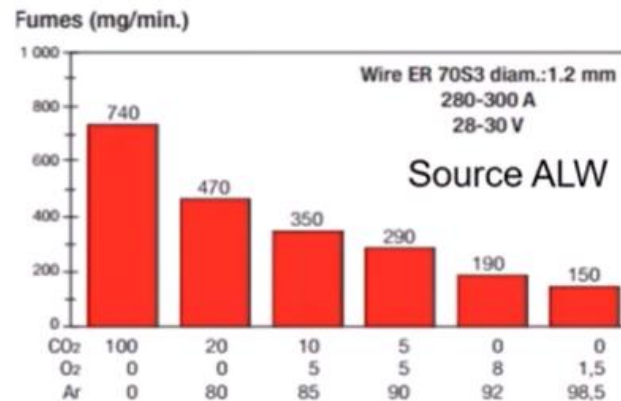
Fumées de soudage observées en microscopie électronique à balayage

Les procédés industriels – Soudure

Les fumées de soudage – Prévention

Réduction des émissions de fumées / de poussières

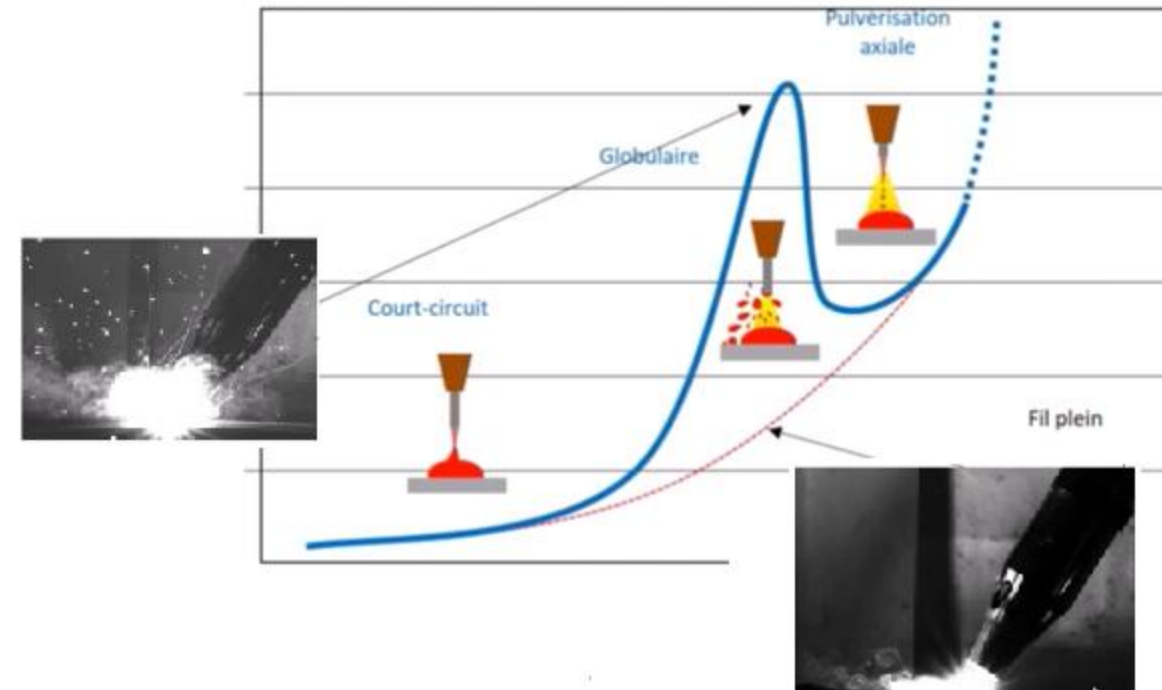
- Préparation du support propre
- Procédé de soudage moins émissif
- Gaz de protection générant moins d'émission (%)
- Métal d'apport moins toxique/émissif
- Gestion du poste de soudure



CLASSIFICATION DES PRODUITS D'APPORT
SELON LA NORME NF EN ISO 15011-4 [13]

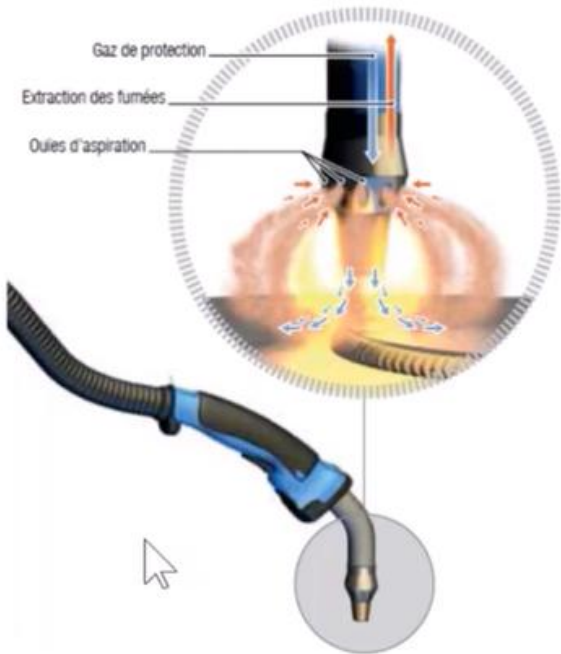
Valeurs limites * des fumées de soudage (mg/m ³)	Indice de toxicité	Débit d'émission (mg/s)				
		< 3	3 à 8	8 à 15	15 à 25	> 25
		Indice d'émission				
		a	b	c	d	e
> 4,5	5	5a	5b	5c	5d	5e
3,5 à 4,5	4	4a	4b	4c	4d	4e
2,5 à 3,5	3	3a	3b	3c	3d	3e
1,5 à 2,5	2	2a	2b	2c	2d	2e
0,5 à 1,5	1	1a	1b	1c	1d	1e
< 0,5	0	0a	0b	0c	0d	0e

Demander les éléments aux fournisseurs

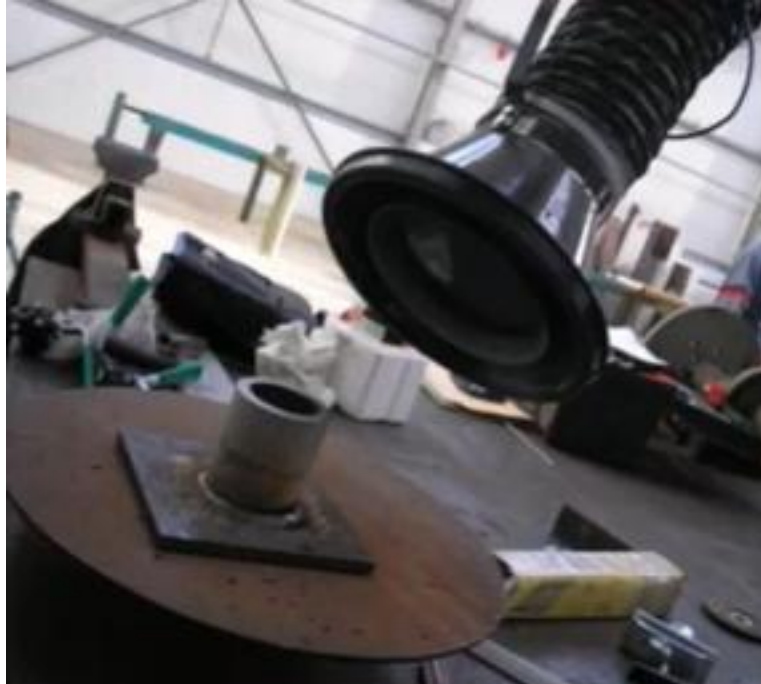


Les procédés industriels – Soudure

Les fumées de soudage – Protection par captage localisé



Buse aspirante



Bras aspirant



Table et dossier aspirant

Obligation de capter les poussières, gaz et vapeurs « au fur et à mesure de leur production, au plus près de leur source d'émission et aussi efficacement que possible, notamment en tenant compte de la nature, des caractéristiques et du débit des polluants de l'air ainsi que des mouvements de l'air

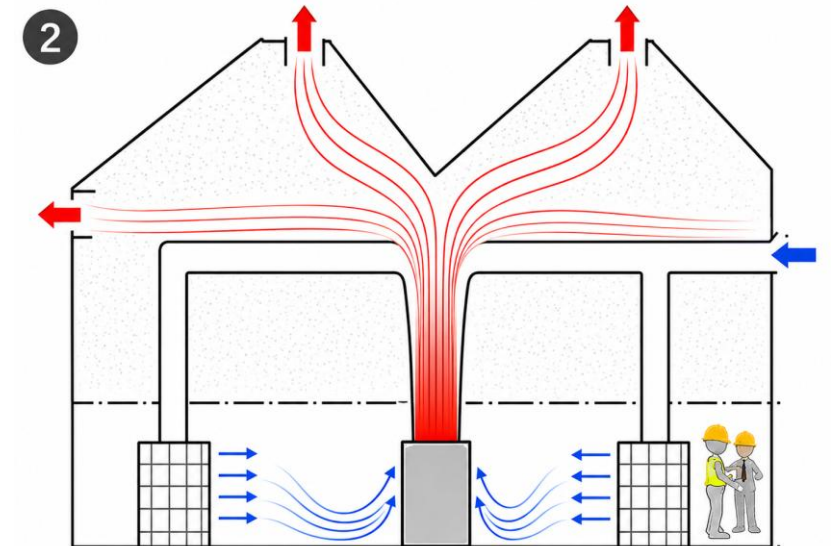
Les procédés industriels – Soudure

Ventilation générale par dilution ou par déplacement / recyclage interdit

L'aération et l'assainissement de l'atmosphère des lieux de travail font l'objet de textes réglementaires issus du Code du travail R4212-1 à 7, R422-1 à 12, R4722-1 et 2, R4724-2 et 3

Le contrôle et entretien périodique des installations d'aération et d'assainissement fait l'objet de l'arrêté du 8 octobre 1987 du ministère du Travail

Les locaux où s'exercent des travaux de soudage sont des « locaux à pollution spécifique »



Ventilation par déplacement

Les procédés industriels – Soudure

Les fumées de soudage – Protection des voies respiratoires

Uniquement lorsqu'aucun dispositif de captage localisé ne peut techniquement être mis en place ou que son efficacité est insuffisante (soudage en extérieur)

Doit être complété par une ventilation générale



Masque à adduction d'air avec filtre de type P3

Les procédés industriels – Soudure

Le procédé de soudage – Protection des yeux



MASQUE DE
SOUDAGE
OBLIGATOIRE

- Les masques traditionnels relativement rudimentaires et ne peuvent être équipés que de verre à teinte fixe (au choix de 2 à 15)
- Les masques opto-électroniques à cristaux liquides qui contiennent des cristaux liquides, un circuit imprimé mais également un ou plusieurs capteurs, deux écrans plastique (un à l'intérieur pour protéger les yeux et un à l'extérieur pour protéger les cellules) ainsi qu'un polarisant plastique à teinte variable appelé écran LCD



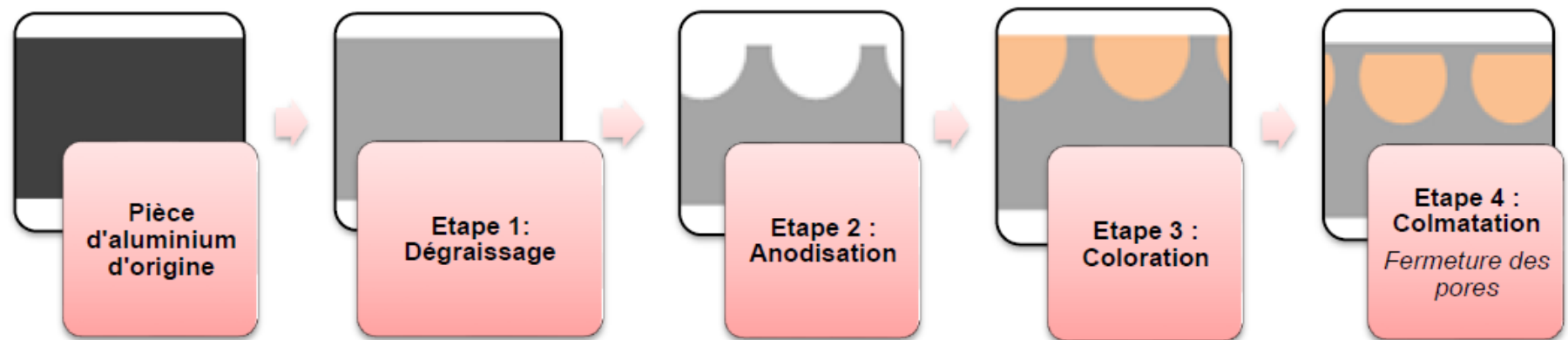
A l'apparition d'un arc électrique des capteurs situés sur la face avant de la cagoule envoient une impulsion électronique aux cristaux liquides afin que ceux-ci se teintent à l'apparition de l'intensité lumineuse de l'arc électrique formé, tout cela se passe en seulement quelques millisecondes

Les procédés industriels – Traitement de surface (Anodisation)

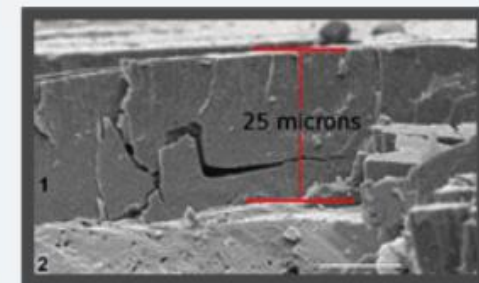
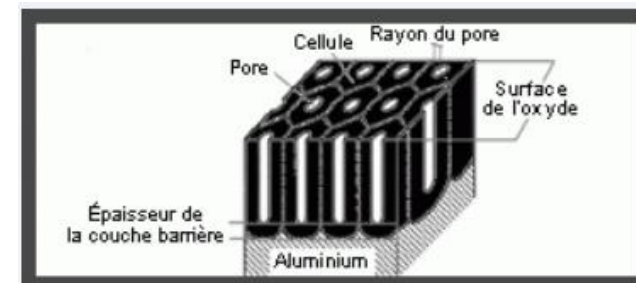
Analyse H&S des procédés industriels : TRAITEMENT DE SURFACE (Anodisation)

Le traitement des surfaces métalliques est constitué d'opérations physiques, chimiques, électrolytiques destinées à modifier leur aspect ou leurs propriétés

Opération d'anodisation agit sur la modification physico-chimique de la couche superficielle de la pièce



L'anodisation de l'aluminium consiste à créer, via un bain électrolytique, une couche d'oxyde en surface de l'aluminium. Cette couche protège de la corrosion, non conductrice du courant électrique, possibilité de coloration.


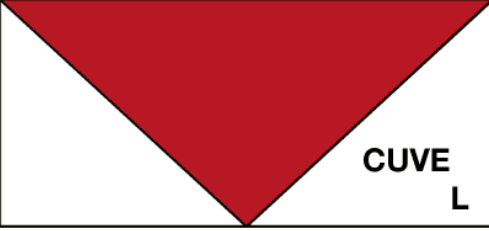


Les procédés industriels – Traitement de surface (Anodisation)

Analyse H&S des procédés industriels : TRAITEMENT DE SURFACE (Anodisation)

Ce procédé utilise de nombreux produits chimiques exposant les utilisateurs à des risques de contacts avec ces produits, mais surtout d'exposition de vapeurs acides provenant de la cuve de traitement dans l'air ambiant



	ANODISATION	
ACIDE SULFURIQUE		
pH : <1	T° : AMBIANTE	
		CUVE L
GROUPE ACIDES		



Ces risques sont d'origine accidentelle, mais leur impact sur la santé peuvent être rapidement grave - Les expositions même faibles, mais répétées sont aussi impactantes

Les procédés industriels – Traitement de surface (Anodisation)

Les étapes à risque – Préparation des pièces

Opération physique et chimique: décapage, pré-traitement

Les opérations de grenailage et de sablage, sont à l'origine d'expositions aux poussières => irritation, rhinites allergique jusqu'à fibrose

Bains à ultrasons => effets sur la santé lors d'expositions prolongées

Le pré-traitement met en œuvre des produits chimiques => exposition voies respiratoires et contact avec les produits corrosifs et les solvants utilisés



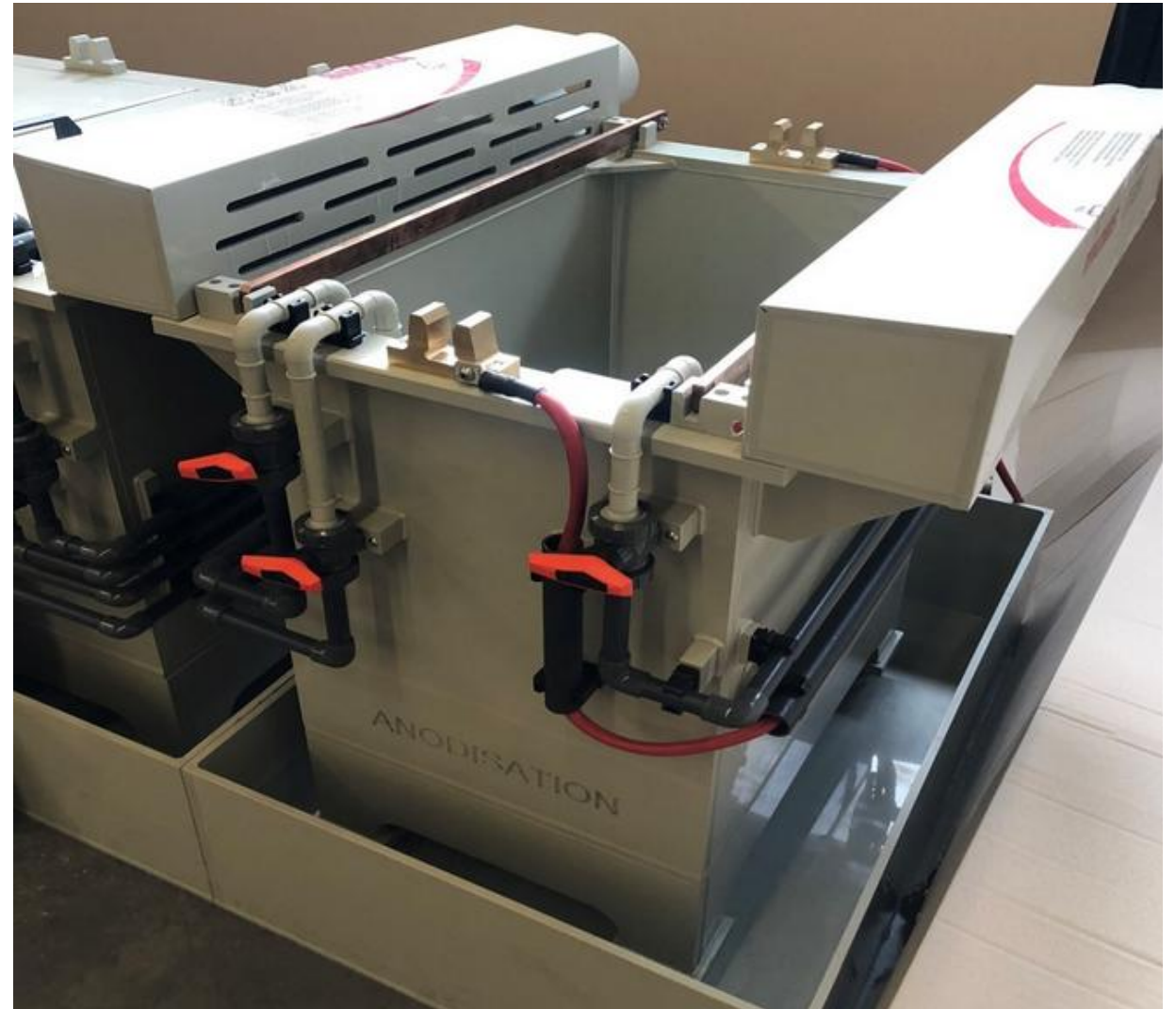
Les procédés industriels – Traitement de surface (Anodisation)

Les étapes à risque – Traitement des pièces

Opération d'anodisation

- Vapeurs acides chauffées
- Dégagement d'Hydrogène
- Phases de manipulations
- Ampérage important

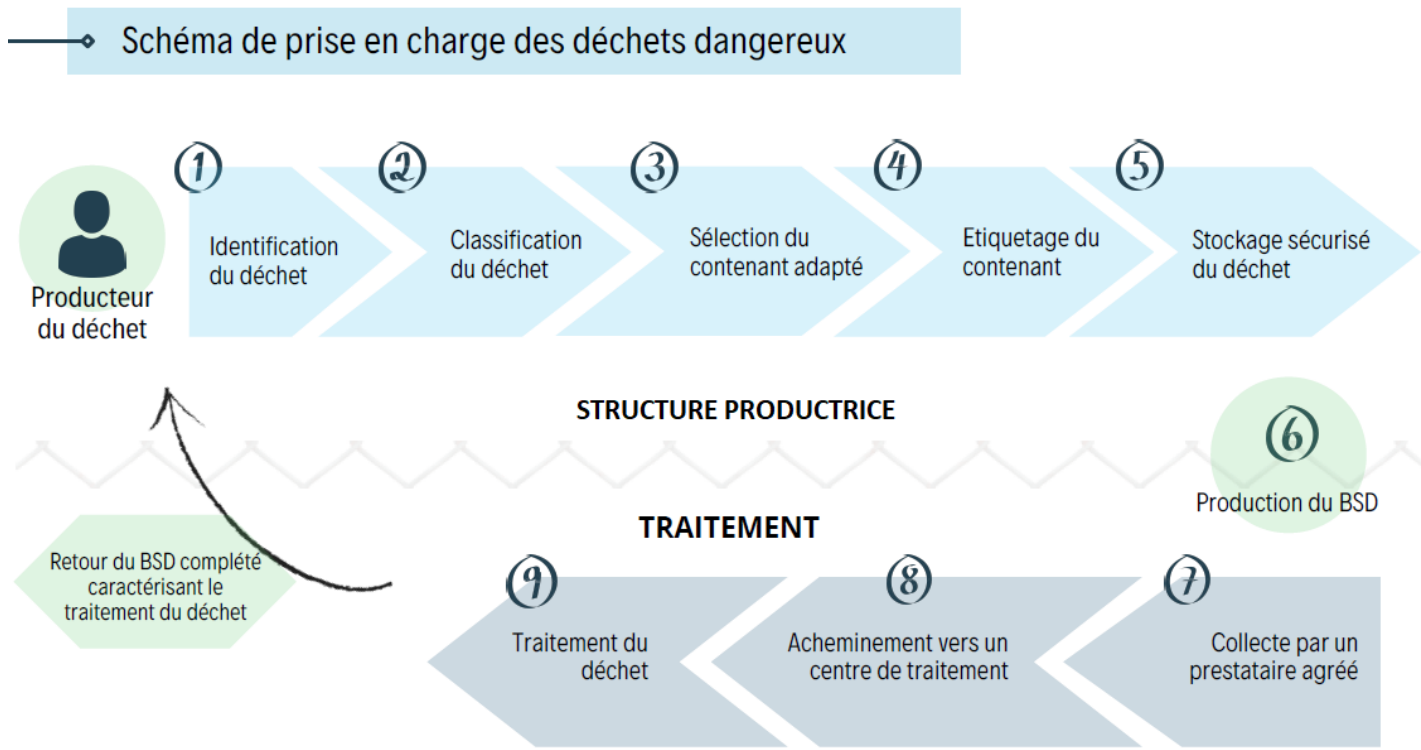
Cuves de traitement de surface : [INRS ED6523](#)



Les procédés industriels – Traitement de surface (Anodisation)

Les étapes à risque – Rinçage des pièces

La phase de rinçage, destinée à ôter des pièces l'excédent de produits chimiques, engendre des déchets dangereux qui seront à retraiter et des phases de manipulation à risques



11	DÉCHETS PROVENANT DU TRAITEMENT CHIMIQUE DE SURFACE ET DU REVÊTEMENT DES MÉTAUX ET AUTRES MATÉRIAUX, ET DE L'HYDROMÉTALLURGIE DES MÉTAUX NON FERREUX
11 01	déchets provenant du traitement chimique de surface et du revêtement des métaux et autres matériaux (par exemple, procédés de galvanisation, de revêtement de zinc, de décapage, de gravure, de phosphatation, de dégraissage alcalin et d'anodisation)

Utilisation de machines – Fabrication additive

Toutes les informations sont présentes sur le site :

<https://www.securite-machines.fr/>



**J'évalue la sécurité
des machines**



**J'entretiens
les machines**



**Je forme et
informe
les opérateurs**

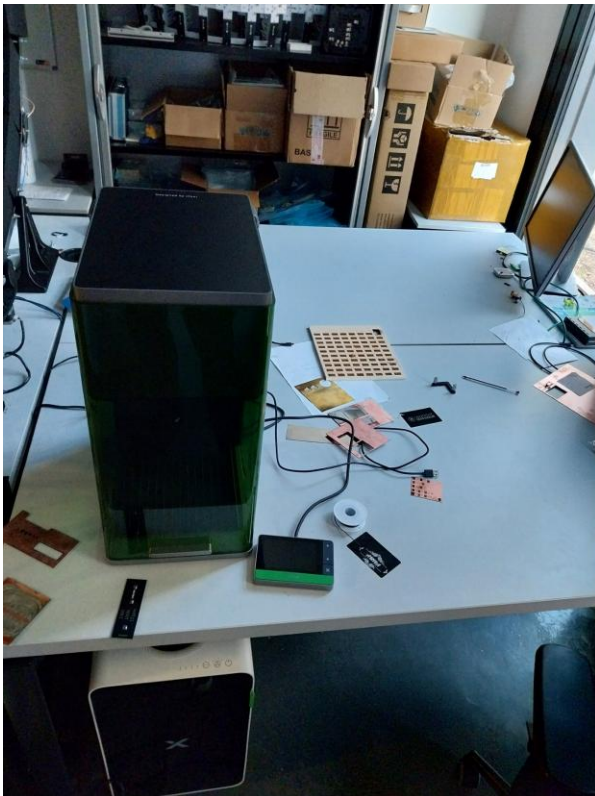
Prévention des risques

Machine sûre et conforme

(le marquage CE ne garantit pas que la machine est sans danger)

Machine correctement installée

**J'évalue la sécurité
des machines**



Gravure laser

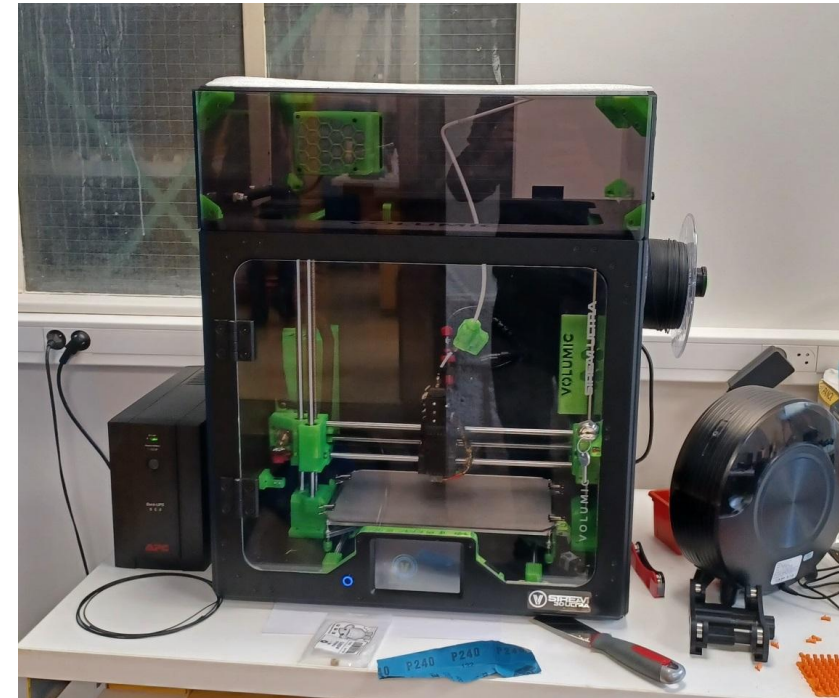
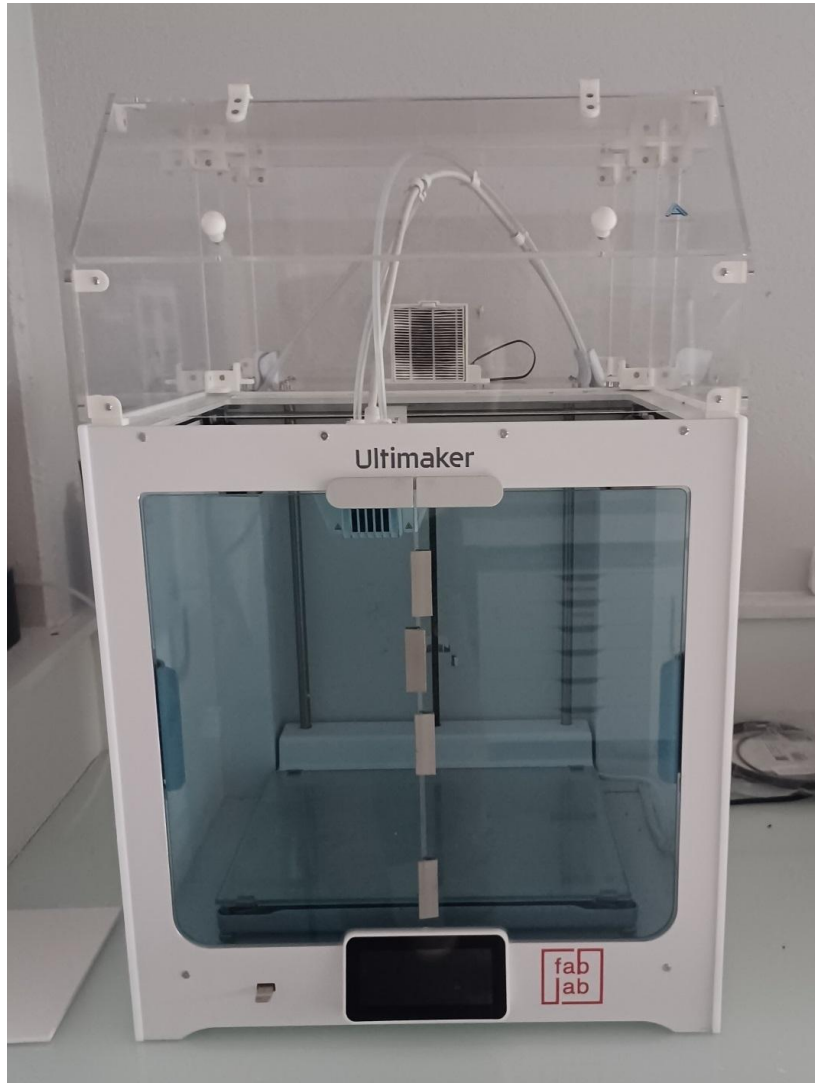


Impression 3D

Prévention des risques

Machine correctement installée dans un local adapté

**J'évalue la sécurité
des machines**



Local séparé et ventilé

Capotage avec filtration des fumées d'usinage

Maintenance régulière obligatoire (Filtre – nettoyage)

Consignes et EPI

Prévention des risques

Identification des risques

**J'évalue la sécurité
des machines**



Aide à la détection des risques liés à l'utilisation d'une machine

[INRS ED6323](#)



Travail isolé

Ambiance thermique





Élaboration d'un plan d'actions pour sécuriser la machine/équipement

FICHE DE SÉCURITÉ IMPRIMANTE 3 D

RISQUES ENCOURUS

- Risque de brûlure (buse 200°C à 300°C, plateau chauffant)
- Risque d'inhalation de microparticules et vapeurs
- Risque de pincement et d'écrasement (axes, courroies, moteur)
- Risque irritation oculaire, voies respiratoire, maux de tête
- Risque de coupure (spatule, pince)

PROTECTIONS INDIVIDUELLES



PROTECTIONS COLLECTIVES

- Extracteur et filtration
- Capotage, enceinte de fumée
- Vérifications et entretiens réguliers
- Formation des utilisateurs



Pour chaque risque et situation identifiée =
action de prévention

Pour chaque machine une notice poste et une
consigne de sécurité

CONSIGNES DE SÉCURITÉ

Opérateur :

- Enlever les bijoux
- Les cheveux longs doivent être attachés
- Vêtements ajustés, en matière naturelle
- Porter les équipements de Protection Individuels adaptés
- Lavage des mains après utilisation

Utilisation de la machine :

- Mettre en fonctionnement l'extracteur
- Ranger et Nettoyer le poste de travail après utilisation



PERSONNES AUTORISÉES ET FORMÉES

EN CAS D'ACCIDENT

- Suivre les consignes de sécurité affichées dans les couloirs
- Appeler les secours selon la gravité :

18 - 112

FICHE DE SÉCURITÉ IMPRIMANTE 3D RÉSINE

RISQUES ENCOURUS

- Risque d'irritation et brûlure chimique (peau, yeux) au contact de la résine
- Risque de sensibilisation cutanée et allergie définitive
- Risque toxique dû à l'inhalation de COV, maux de tête et étourdissements
- Risque incendie, produit très inflammable (Alcool isopropylique)

PROTECTIONS INDIVIDUELLES



PROTECTIONS COLLECTIVES

- Capot de filtration UV
- Système d'extraction d'air
- Protection, bouton d'arrêt d'urgence
- Formation manip. produits chimiques



CONSIGNES DE SÉCURITÉ

Opérateur :

- Enlever les bijoux
- Attacher les cheveux
- Porter un masque pour vapeurs organiques A2
- Mettre absolument des gants en Nitrile pour la résine
- Se laver les mains après chaque manipulation
- Porter les équipements de Protection Individuelle adaptée

Utilisation de la machine :

- Ne jamais forcer ou neutraliser le capot verrouillé
- Utiliser sous extraction d'air ou dans un endroit très ventilé
- Evacuer la résine liquide par le biais de la filière adaptée (produits toxiques)
- Nettoyer les outils à l'alcool et solidifier les résidus aux UV



PERSONNES AUTORISÉES ET FORMÉES

EN CAS D'ACCIDENT

- Suivre les consignes de sécurité affichées dans les couloirs
- Appeler les secours selon la gravité :

18 - 112



Je forme

- Les règles d'utilisation des machines lors des phases de production, maintenance établies à partir de la notice d'utilisation
- Les risques propres aux activités et ceux connexes
- Les modes de fonctionnement particulier
- L'utilisation d'équipements de protection individuelle (EPI) lorsque nécessaire

Certaines opérations nécessitent des formations spécifiques : maintenance, modifs, ...





J'informe





L'information est un complément à la formation et permet de rester vigilant

- Notice de poste - Consignes de sécurité - Pictogrammes



Modèle de fiche de poste

Version n°/date 1	Fiche de poste	Logo entreprise/Nom atelier
Machine : _____ Marque/type : _____ Caractéristiques principales de la machine (vitesse, ouverture...) : _____ Date de mise en service : _____	Mise en marche _____ 2 Arrêt d'urgence _____ Zone d'alimentation _____ Évacuation des productions _____	
Produits ou matériaux à utiliser : _____		
EPI obligatoires ou interdits : 3	 Gants anti-coupure	 Vêtement de protection
	 Bottes de sécurité	

Tâche exposant l'opérateur à un risque : 4 Quand ? _____ Quelle tâche ? _____ Par qui ? _____	Risques/dangers : 5  	Mesures de prévention/opérations ou procédures à respecter : 6 _____ _____ _____
Qualification et autorisation : 7 - Exploitation - Maintenance Formation obligatoire :		
Secours : 8 	En cas d'accident, alerter un secouriste du travail. n° tél SAMU : 15	 En cas d'incendie, alerter le responsable. n° tél pompiers : 18

Constituer les fiches de poste : [INRS ED 126](#)



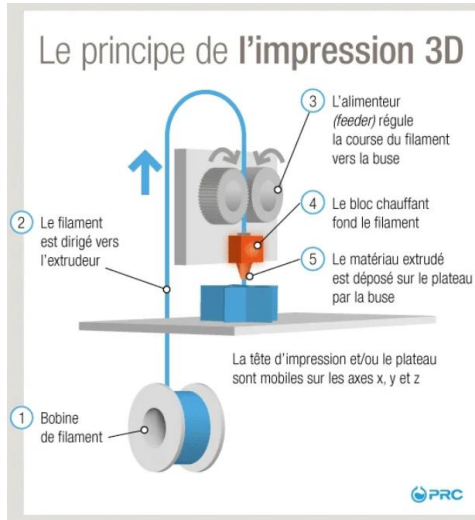
Maintenance des équipements

- Phase importante pour garantir une sécurité dans le temps des matériels et équipements de protection
- Traçabilité de la maintenance dans un livret, étapes et périodicité selon la notice d'utilisation. A mettre en place à la réception

Intervenir sur un équipement de travail : [INRS ED134](#)

Entretenir une machine : [INRS anim452](#)

Protection et Prévention – Impression 3D



Le lieu d'installation d'une imprimante 3D est de fait requalifié en "local à pollution spécifique".

1. Choisir des filaments émettant le moins possible de COV [4] et de PUF [5]. Cette préconisation est techniquement difficile à mettre en œuvre, en raison du peu d'informations disponibles pour l'utilisateur final sur la composition des matériaux et du peu d'études encore disponibles sur la caractérisation des émissions de PUF et de COV en fonction des matériaux / imprimantes
2. Utiliser les filaments dans les plages de préconisations techniques (en particulier la température de mise en œuvre) du fournisseur, afin de limiter l'émission de vapeurs.
3. Lire les fiches de données de sécurité afin d'identifier, le cas échéant, les dangers des filaments dans les conditions du process ainsi que les moyens de protection à mettre en œuvre
4. Disposer l'imprimante dans un local non occupé durant l'impression. Un local dédié constitue le choix optimal, pourvu qu'il puisse être aisément ventilé
5. Aérer les locaux. La ventilation n'est parfois pas compatible avec le process d'impression lorsque ce dernier nécessite une grande stabilité thermique du couple buse-plateau) dans ce cas précis un capotage avec filtration est obligatoire
6. Le filtre doit être adapté à la fois à la captation des particules (filtre HEPA) et à celle des COV (filtre à charbon) selon ce qui est fabriqué. Respecter la durée d'utilisation et éliminer le filtre (filière déchets dangereux) après l'avoir inséré dans un sachet plastique hermétique afin d'éviter la dispersion des polluants

Maitrise du cycle des déchets



Maitrise du cycle des déchets



D'après l'article L 541-1-1 du Code de l'Environnement, un déchet constitue "Tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit, ou plus généralement tout bien meuble abandonné ou que le détenteur destine à l'abandon"

Un producteur de déchets : "Toute personne dont l'activité produit des déchets (producteur initial de déchets)"

Un déchet devient un déchet dangereux dès lors qu'il constitue un risque pour l'environnement, la faune, la flore, ou l'Homme. Il fait donc l'objet de dispositions particulières afin d'assurer la sécurité de tous

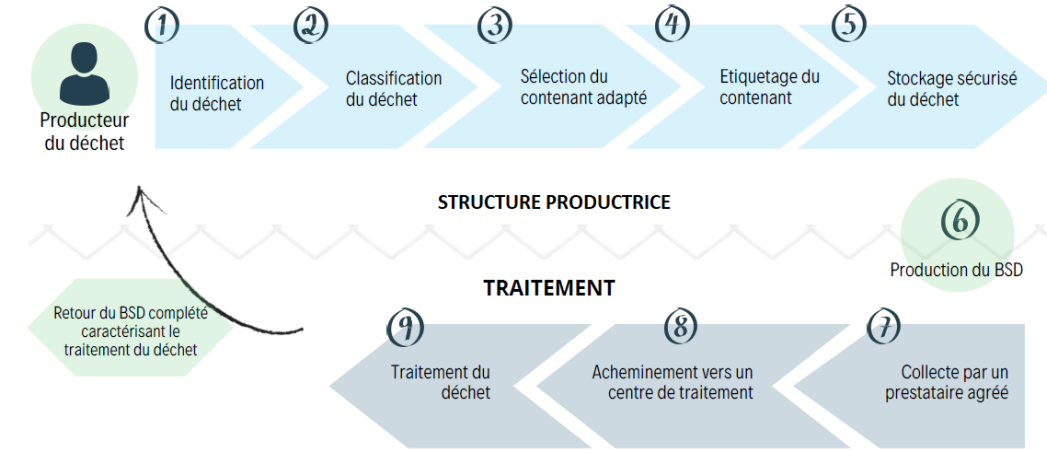
Maitrise du cycle des déchets

Production de déchets à différentes étapes

Différentes typologie de déchets sont produits
Tous doivent être retraités/éliminés

- Produits chimiques : solvants, dégraissants, colles, décapants, nettoyeurs, ...
- Huiles
- Emballages et chiffons souillés
- Résidus : copeaux, rebuts, plastiques

—> Schéma de prise en charge des déchets dangereux



⇒ Filière d'élimination et de retraitement existant – lien avec AP et prestataire déchets

Maitrise du cycle des déchets

Traitement des déchets

A chaque étape une évaluation des risques est nécessaire afin de s'organiser, prévenir les risques, utiliser les équipements adaptés



A chaque déchet un emballage adapté afin de le trier et le faire retraiter/éliminer (TMD)

- Bonbonne polyéthylène non réutilisable

5L 10L 20L

Déchets liquides

- Fut à bandes métallique

60L - 120L 220 L

Déchets liquides

- Fût à ouverture totale en plastique recyclé
- Seau plastique à fermeture scellée

30L 5L 10L 20L

Déchets solides

- Fut métallique ou plastique

60L - 120L 220 L

Déchets solides

Maitrise du cycle des déchets

Traitement des déchets

Un étiquetage correspondant au déchet
(possibilité d'accompagnement par le prestataire déchets)



<p>3. Dénomination du déchet</p> <p>Code déchet : 07 07 01*</p> <p>Dénomination usuelle : HUILE DE COUPE / LUBRIFIANTS</p> <p>Déchet dangereux : <input checked="" type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non</p> <p>Déchet contenant des POP <input type="checkbox"/> oui <input checked="" type="checkbox"/> non</p> <p>Consistance du déchet :</p> <p><input type="checkbox"/> solide <input type="checkbox"/> pâteux <input checked="" type="checkbox"/> liquide <input type="checkbox"/> gazeux</p>	<p>4. Conditionnement</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Conditionnement</th> <th>Nombre</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Autres (2 (2) Fût de 100L à 200L)</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>	Conditionnement	Nombre	Autres (2 (2) Fût de 100L à 200L)	2	<p>5. Quantité</p> <p>Tonne(s) : 0.6</p> <p><input type="checkbox"/> Réelle</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Estimée</p> <p>"QUANTITÉ ESTIMÉE CONFORMÉMENT AU 5.4.1.1.3.2 de l'ADR"</p>
Conditionnement	Nombre					
Autres (2 (2) Fût de 100L à 200L)	2					
<p>6.1 Mention au titre du règlement ADR (le cas échéant) :</p> <p>UN 2810 LIQUIDE ORGANIQUE TOXIQUE, N.S.A., 6.1, II, (D/E), DECHETS CONFORMES AU 2.1.3.5.5. QUANTITÉ ESTIMÉE CONFORMÉMENT AU 5.4.1.1.3.2</p>						
<p>07 07 01*</p>	<p>eaux de lavage et liqueurs mères aqueuses</p>					

Extrait BSD

UN 2810



<p>13 08</p>	<p>huiles usagées non spécifiées ailleurs</p>
--------------	---

UN 3082 : MATIÈRE DANGEREUSE DU POINT DE VUE DE L'ENVIRONNEMENT, LIQUIDE, N.S.A

