

Quels outils et quelles solutions pour prévenir les risques CMR et TMS dans le secteur des Métaux ?

Préventica Strasbourg Europe 2017

Le 8 novembre 2017

*Valérie COLIN
Cécile OILLIC-TISSIER
Yves CAROMEL
Jean-Louis GROSMANN*



Incendie et explosion



TMS et manutention



Rayonnement UV



Risque Chimique

Les risques du secteur des Métaux



Bruit



Machines



Choc électrique



Champ
électromagnétique



Vibrations

Plan de la conférence

1. Aspects toxicologiques des fumées de soudage
2. Maîtriser les risques liés à l'exposition aux fumées de soudage
3. Un outil pour appréhender et maîtriser les risques TMS et lombalgie : MétoPhy
4. Conclusion, questions - réponses

1/ Aspects toxicologiques des fumées de soudage et effets sur la santé

Préventica Strasbourg Europe 2017

Le 8 novembre 2017

Cécile OILLIC-TISSIER
Ingénieur Conseil
Carsat Alsace-Moselle

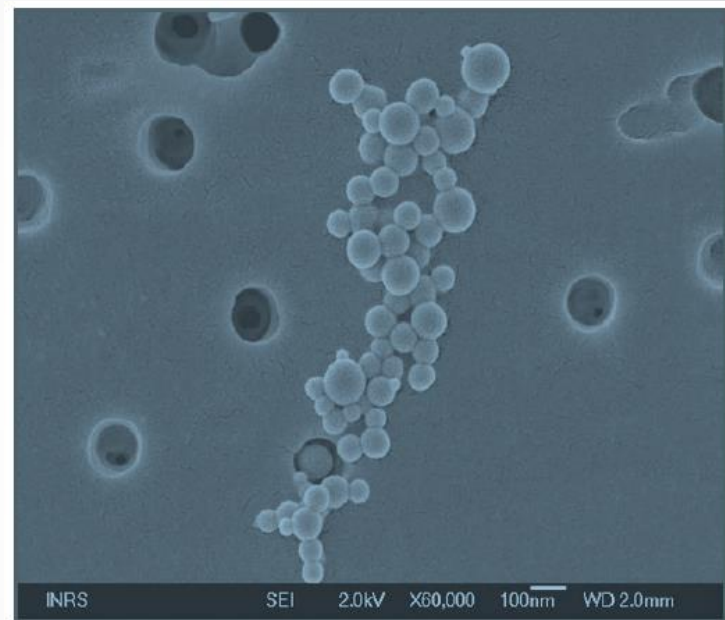
QUELQUES GENERALITES

- En France, selon l'enquête SUMER 2010, l'exposition aux fumées de soudage concernent **598 000 salariés**.
- De **nombreuses professions** concernées : soudeurs, chalumistes, métalliers, serruriers, monteurs en charpentes métalliques, chaudronniers, tuyauteurs, plombiers, chauffagistes, mécaniciens, canaliseurs TP, électromécaniciens....
- De **nombreuses techniques de soudage** utilisées (soudage à l'arc, avec électrode enrobée, sous protection gazeuse...)



QUELQUES GENERALITES

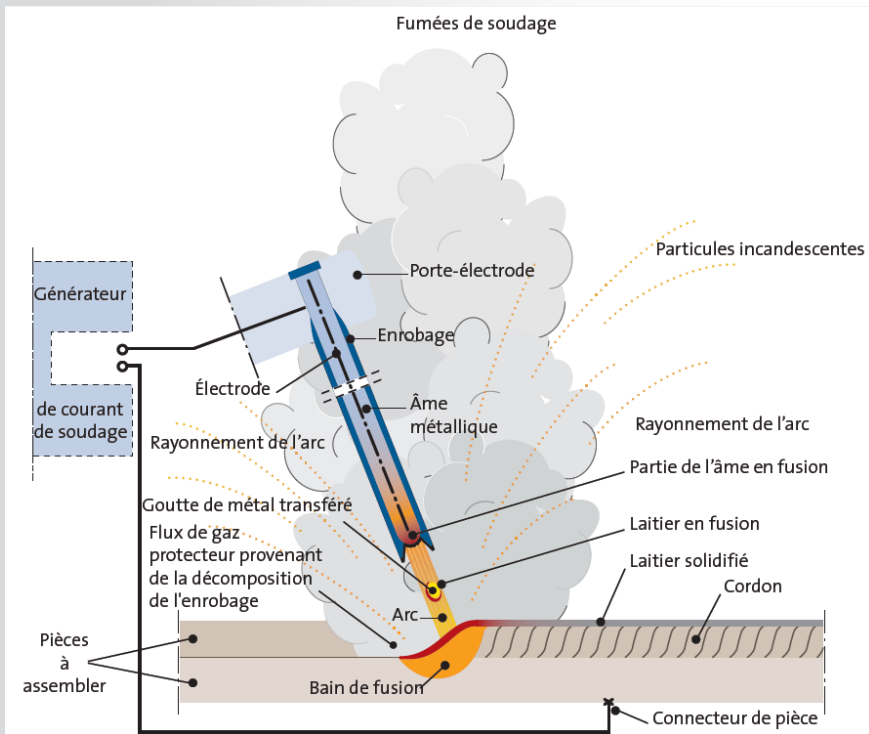
- Du fait des hautes températures atteintes au point de fusion, les différents procédés de soudage émettent des fumées qui peuvent être inhalées par les opérateurs et les personnes travaillant à proximité.
- Ces fumées, peuvent selon leur composition, leur concentration et la durée d'exposition, présenter des effets néfastes pour la santé et être à l'origine de pathologies professionnelles.



Fumées de soudage observées en microscopie électronique à balayage

COMPOSITION DES FUMÉES

Fumées : gaz + poussières/particules produits par la décomposition thermique issue de la fusion du métal d'apport et du métal de base



Niveau de risque global

=

Risque dû au métal d'apport (95%)
+ risque dû au métal de base
+ risque dû au revêtement
+ risque dû aux gaz

(5%)

COMPOSITION DES FUMÉES

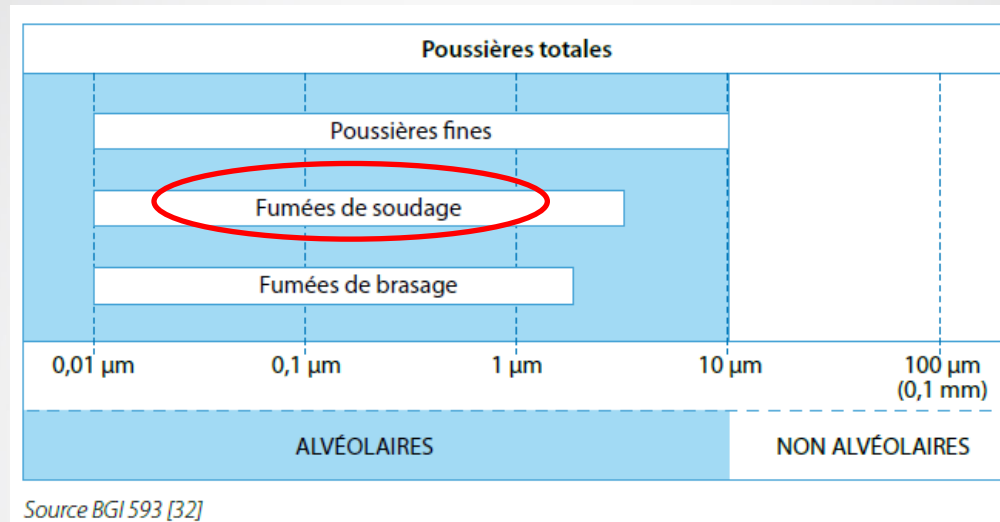
La composition des fumées de soudage (et le débit d'émission) dépendent :

- du procédé de soudage ;
- du diamètre du fil ou de l'électrode ;
- de la composition et de l'épaisseur de l'enrobage ou du flux (fils fourres) ;
- de la composition du fil ou de l'électrode ;
- des paramètres de soudage : intensité, tension, longueur d'arc ;
- de la position de soudage : à plat, en angle, verticale montante, etc. ;
- de la nature de l'opération de soudage : assemblage ou rechargement ;
- du débit et de la composition du gaz protecteur ;
- de la composition du métal de base et de son préchauffage éventuel ;
- de la présence de revêtements (contenant du zinc, du plomb, du cadmium...) ou de contaminants sur le métal de base (par exemple salissures, graisses, traces de solvants).

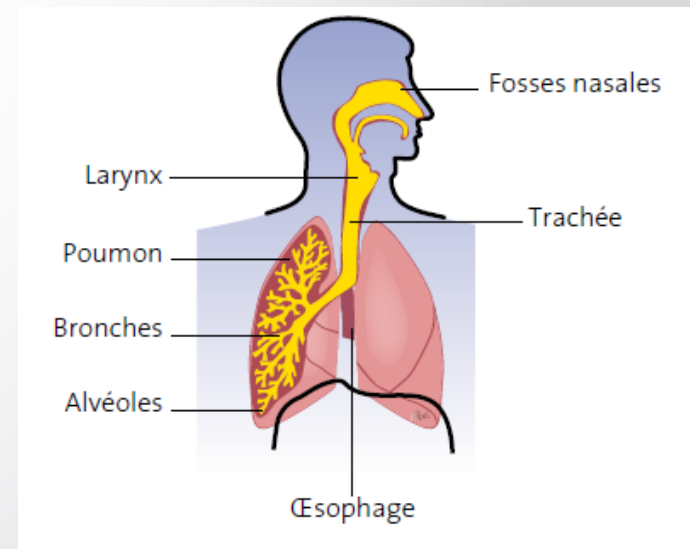
Produit
d'apport



COMPOSITION DES FUMÉES



!!! Les particules présentent un **diamètre $< 1 \mu\text{m}$**
→ susceptibles d'atteindre le **poumon profond**
(région alvéolaire du système respiratoire)



CLASSIFICATION

- Le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) a récemment classé les fumées de soudage (et les rayonnement UV issus des opérations de soudage) comme **cancérogène de catégorie 1, agent cancérogène pour l'homme** (monographie 118, à paraître)
- **Parmi les nombreux polluants gazeux et particulaires** émis lors des travaux de soudage, certains sont classés cancérogènes par l'Union Européenne et/ou par le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC)



CLASSIFICATION DES CONSTITUANTS DES FUMÉES DE SOUDAGE

Classification des principaux agent cancérogènes rencontrés lors des activités de soudage

Constituants des fumées de soudage	Union Européenne	Centre international de recherche sur le cancer
Béryllium	1B	1
Cadmium	1B	1
Chrome VI (composés)	1A	1
Cobalt (et composés)	/	2B
Dioxyde de titane	/	2B
Formaldéhyde	2	1
Nickel	2	2B
Certains composés du nickel: monoxyde de nickel, dioxyde de nickel	1A	1
Plomb	1B (composés du plomb)	2B (métal) 2A (dérivés organiques)

EFFETS SUR LA SANTE

Principaux polluants contenus dans les fumées de soudage et effets potentiels sur la santé

Polluants						
Particulaires (à base de ou d'oxydes de)				Gazeux		
Aluminium	Aluminium	Cobalt	Chrome VI	Formaldéhyde ³	Cyanure	Formaldéhyde ³
Antimoine	Etain	Béryllium	Béryllium	Dioxyde d'azote	d'hydrogène ³	
Baryum	Fer		Cadmium	Ozone	Monoxyde de	
Chrome	Titane		Cobalt	Phosgène ³	carbone	
Cuivre			Nickel	Diisocyanate	Monoxyde	
Fluorures			Plomb	de toluylène ³	d'azote	
Magnésium			Titane	Colophane		
Manganèse			Vanadium			
Molybdène						
Nickel						
Plomb						
Titane						
Vanadium						
Zinc						
Zirconium						
Irritants	Surcharge	Fibrose	Potentialité	Irritants	Toxiques	Potentialité
Toxiques	pulmonaire	pulmonaire	cancérogène ⁴		Anoxie	cancérogène
Allergisants						
Atteintes bronchopulmonaires						

3. Gaz générés par les revêtements et contaminants éventuellement présents sur le métal de base (traces de solvant, graisses, etc.).

4. Des particules de thorium peuvent également être générées au cours de l'affûtage et du polissage des électrodes en tungstène thorié (procédé TIG). Le thorium est un métal radioactif qui peut induire des cancers.

EFFETS SUR LA SANTE

Les principales pathologies qui peuvent être rencontrées chez les salariés amenés à effectuer des travaux de soudage, de coupage, de brasage, etc.

		Polluants
Pathologies aiguës	Œdème pulmonaire	Ozone, oxyde d'azote, phosgène
	Fièvre des métaux	Oxydes de zinc, de cuivre et de magnésium
	Asthme	Colophane, diisocyanate de toluylène, formaldéhyde
	Pneumonie toxique	Oxydes de manganèse, oxyde de cadmium, oxyde de béryllium
Pathologies chroniques	Pneumoconiose	Oxydes de fer, oxyde d'aluminium, oxyde d'étain, oxyde de béryllium
	Bronchite chronique	Oxydes d'azote, ozone, composés du chrome VI, oxydes de nickel, oxydes de manganèse, oxyde de cadmium
	Atteinte du système nerveux central	Oxyde d'aluminium, oxydes de manganèse
	Atteinte rénale	Oxyde de cadmium, oxyde de plomb, dioxyde de thorium
	Cancer bronchopulmonaire*	Oxydes de nickel, composés du chrome VI, oxyde de cadmium, oxyde de béryllium

*La survenue de cancers bronchopulmonaires chez les soudeurs reste discutée. Plusieurs études et méta-analyses retrouvent un risque relatif de cancer du poumon de 1,3 environ chez les soudeurs. Deux facteurs de confusion ont été fréquemment évoqués pour expliquer cet excès de cancer du poumon : le tabagisme et l'amiante.

LES MALADIES PROFESSIONNELLES OU A CARACTERE PROFESSIONNEL



- 2 tableaux de maladies professionnelles mentionnent explicitement les travaux de soudage :
 - Tableau n°1 – Affections dues aux plomb et à ses composés, résultant en particulier du soudage sur support recouvert de peintures contenant du plomb
 - Tableau n°61 – Maladies professionnelles provoqués par le cadmium et ses composés, résultant en particulier du soudage sur pièces cadmiées
- 12 tableaux de maladies professionnelles peuvent concerner les travaux de soudage :
 - Tableaux n°6, 10, 10bis et 10ter, 32, 33, 37, 39, 44, 64, 65, 66

2/ Maîtriser les risques liés à l'exposition aux fumées de soudage

Préventica Strasbourg Europe 2017

Le 8 novembre 2017

*CAROMEL Yves
Contrôleur de sécurité référent
Carsat Nord-Est*

3 étapes

- Supprimer ou réduire les émissions de polluants
- Combattre les risques à la source
- Obtenir un devis de ventilation pertinent

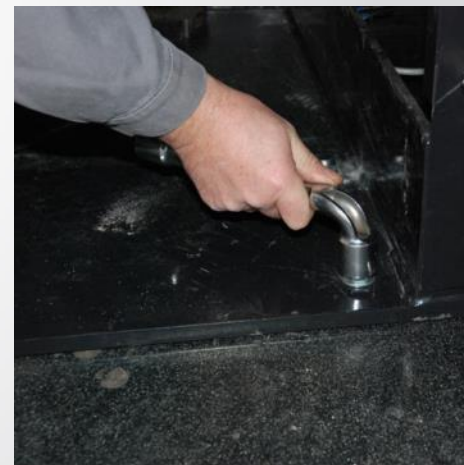
3 étapes

- Supprimer ou réduire les émissions de polluants
- Combattre les risques à la source
- Obtenir un devis de ventilation pertinent

Suppression ou réduction

➤ Suppression des émissions de polluants

Etudier la possibilité de remplacer les opérations de soudage par d'autres procédés de fabrication (rivetage, collage ou boulonnage) sans pour autant déplacer les risques.



Suppression ou réduction

➤ Réduction des émissions de polluants

❑ Travailler sur des pièces propres

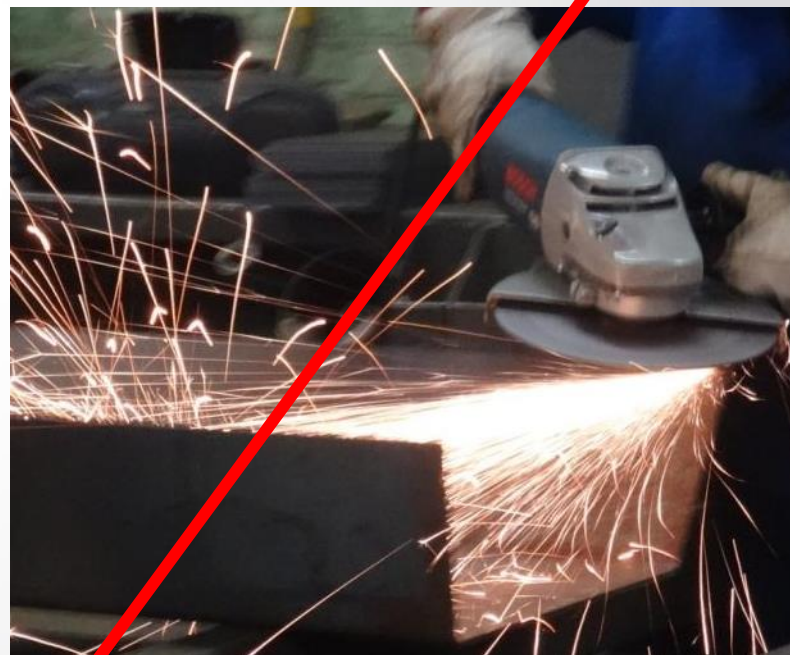
- Stocker les pièces à l'abri
- Préparer les pièces (grenaillage, sablage, dégraissage lessiviel, ...)



Suppression ou réduction

➤ Réduction des émissions de polluants

- ❑ Limiter les opérations de meulage
 - Utiliser des machines à chanfreiner



Suppression ou réduction

➤ Réduction des émissions de polluants

❑ Tenir compte de l'évolution de la technique

- Tester des procédés semi-auto moins émissifs

- MagSST, régulation électronique de l'intensité (LINCOLN)



- Mag CMT, régulation de l'avance du fil (FRONIUS)



- Procédé PULSÉ ou double PLUSÉ (contrôle la génération de courant)

- Choisir des gaz et des fils contribuant à réduire les émissions



3 étapes

- Supprimer ou réduire les émissions de polluants
- Combattre les risques à la source
- Obtenir un devis de ventilation pertinent

Combattre les risques à la source

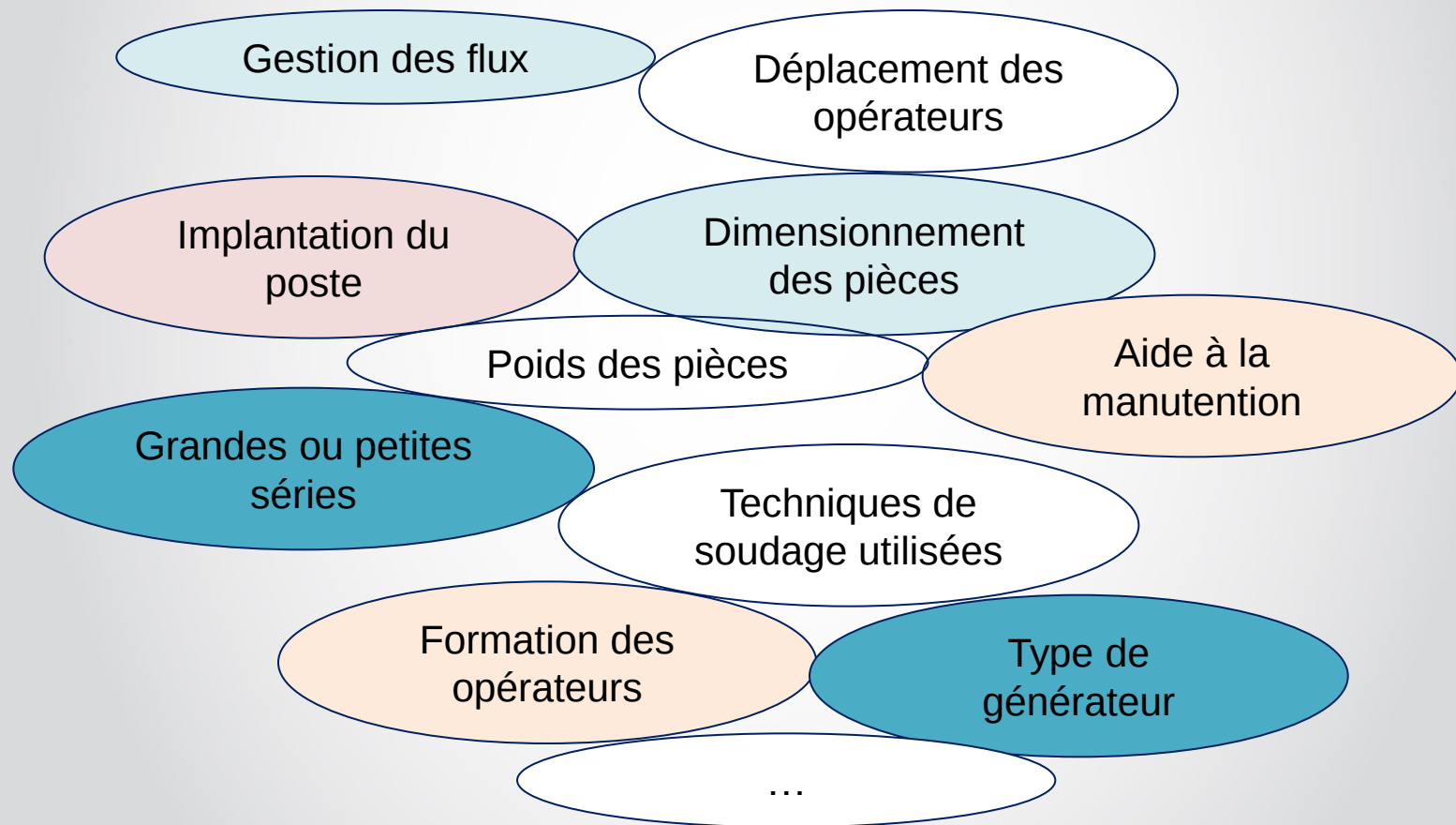
➤ Mettre en place une démarche d'analyse

- Une approche méthodique
- Poste par poste ou par famille de poste
- L'ensemble du personnel doit être impliqué

Cette approche permet d'effectuer une analyse globale du (ou des) poste concerné (situation de travail, identification des contraintes, ...) afin de déterminer le dispositif de captage adapté.

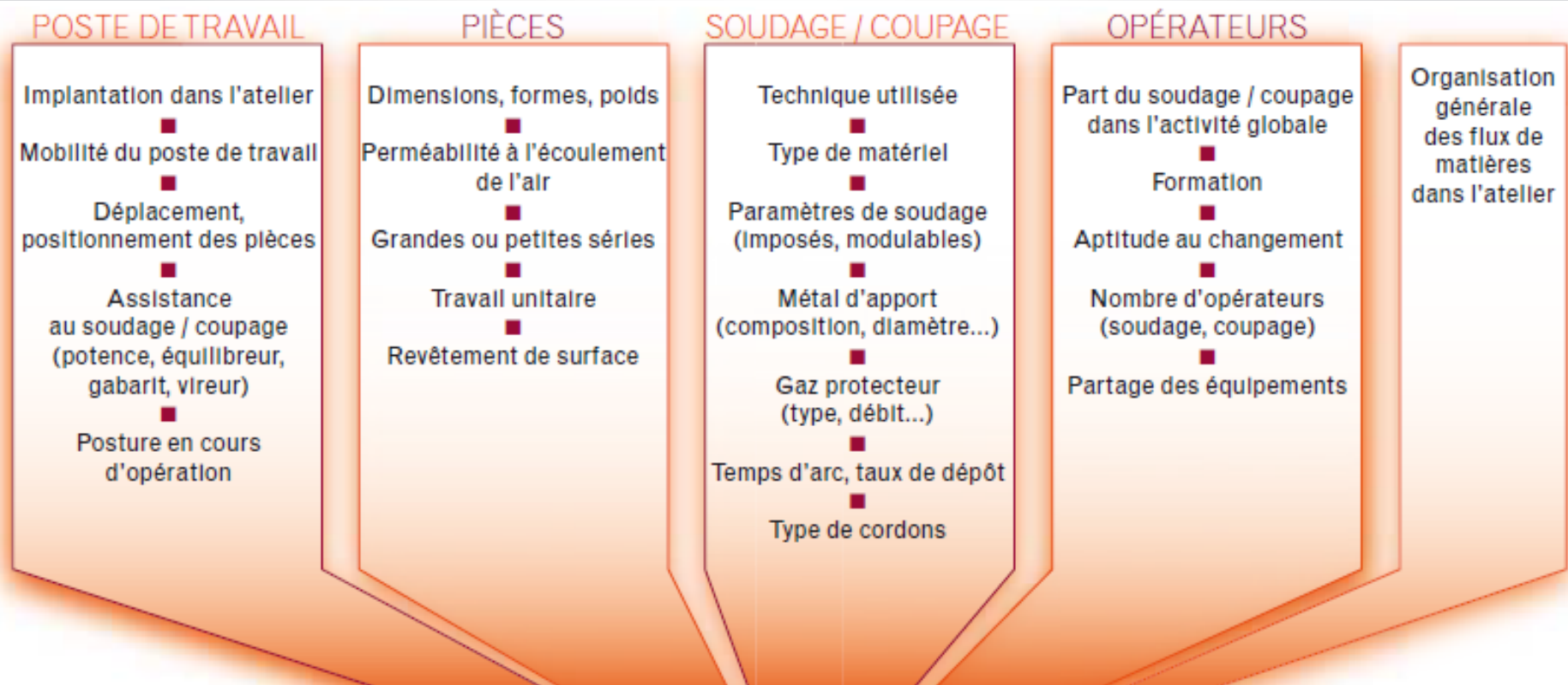
Combattre les risques à la source

➤ Exemple d'analyse



Combattre les risques à la source

➤ Démarche d'analyse



Analyse globale de la situation de travail

Combattre les risques à la source

En fonction des résultats de l'analyse, la solution s'orientera vers deux grandes familles de dispositifs de captage :

- **Les dispositifs de captage non contraignants**

Les opérateurs ne se soucient pas du positionnement du dispositif de captage. Dans toutes les configurations, le captage des polluants est efficace.

- **Les dispositifs de captage contraignants**

Les opérateurs doivent s'occuper du positionnement du dispositif de captage. En fonction des configurations, le captage des polluants est plus ou moins efficace.

Combattre les risques à la source

- Les dispositifs de captage non contraignants

Torches aspirantes



Combattre les risques à la source

- Les dispositifs de captage non contraignants

Torches aspirantes (mise en œuvre)

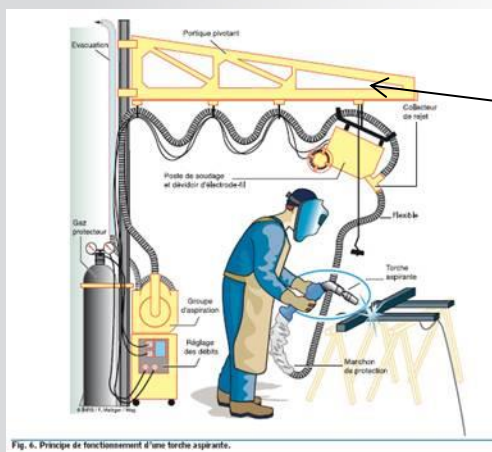
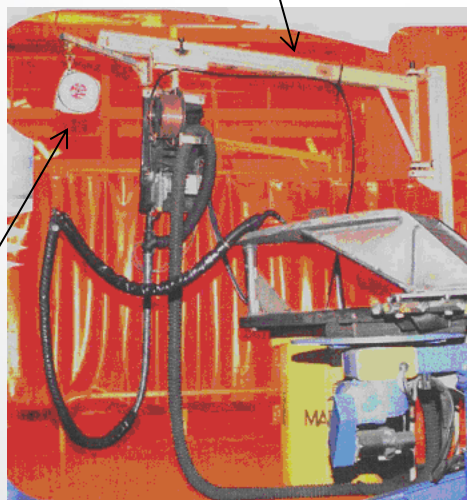


Fig. 6. Principe de fonctionnement d'une torche aspirante.

Potence

Equilibreur de charge

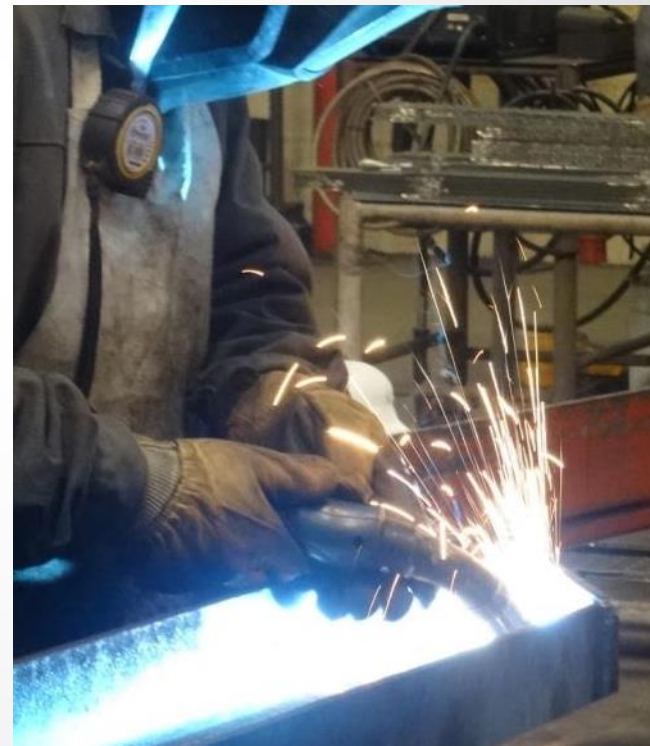


Catalogue fournisseur

Combattre les risques à la source

- Les dispositifs de captage non contraignants

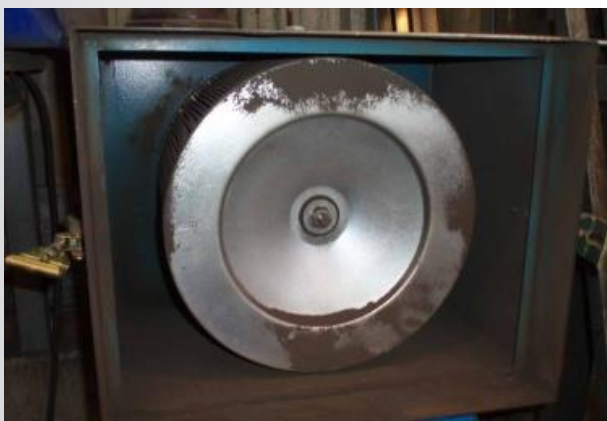
Torches aspirantes (essais)



Combattre les risques à la source

- Les dispositifs de captage non contraignants

Torches aspirantes (entretien)



Combattre les risques à la source

- Les dispositifs de captage non contraignants

Dosserets aspirants



Combattre les risques à la source

- Les dispositifs de captage non contraignants

Capteurs inducteurs fixes



Au-dessus des robots alimentés par pont-roulant

A l'arrière d'un poste de travail



Combattre les risques à la source

- Les dispositifs de captage contraignants

Bras aspirants

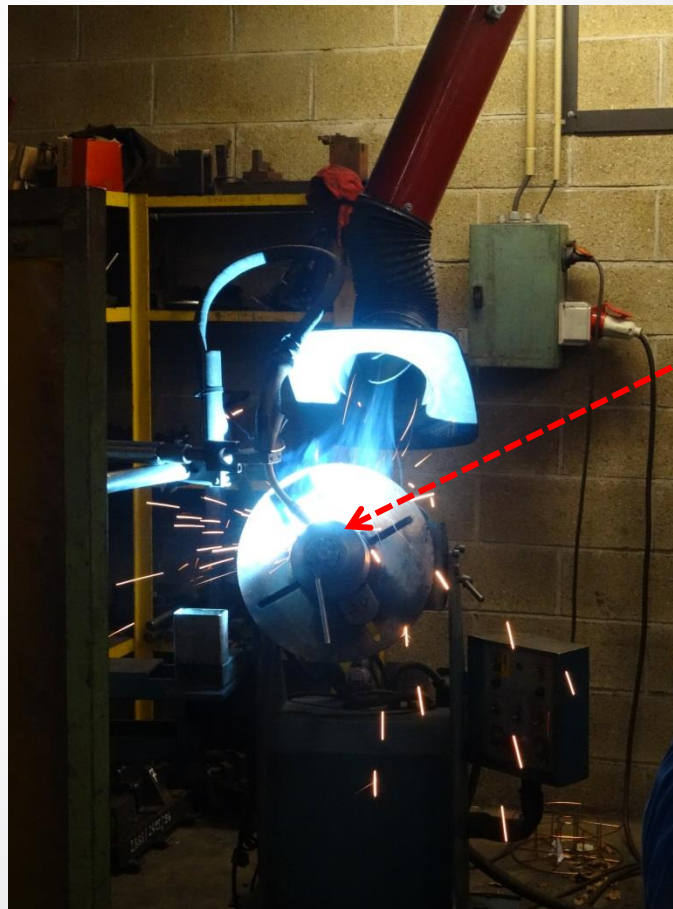


Buse
d'aspiration

Combattre les risques à la source

- Les dispositifs de captage contraignants

Bras aspirants



Point d'émission
fixe

Combattre les risques à la source

- Les dispositifs de captage contraignants

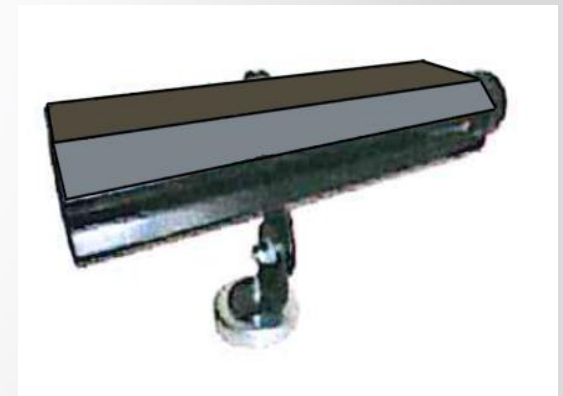
Capteurs inducteurs mobiles basse dépression



Combattre les risques à la source

- Les dispositifs de captage contraignants

Capteurs inducteurs mobiles haute dépression



3 étapes

- Supprimer ou réduire les émissions de polluants
- Combattre les risques à la source
- Obtenir un devis de ventilation pertinent

Devis ventilation : Conception d'une installation de ventilation

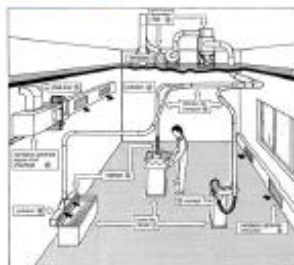


FT08

RISQUE CHIMIQUE ET VENTILATION

CONCEPTION D'UNE INSTALLATION DE VENTILATION

**>> Établir un devis de ventilation pertinent :
4 exigences minimales de prévention**



Guide ventilation ED605 © INRS

Constat

De nombreuses installations de ventilation ne permettent pas de supprimer ou de réduire de manière satisfaisante les expositions aux polluants chimiques présents dans les entreprises. 75 % des devis de ventilation étudiés par le Centre Interrégional de Mesures Physiques de l'Est sur la période 2010 - 2015 n'intègrent pas toutes les données techniques nécessaires à la mise en place d'une installation acceptable, d'un point de vue prévention du risque chimique. La conception de ces installations peut être complexe et nécessite une préparation en amont, notamment au stade du devis.

Des exigences minimales de prévention

■ Pour qui ?

Ce document est à destination :

- de toute personne en charge d'un projet de ventilation (chef d'entreprise ou son représentant),
- des fournisseurs, distributeurs, installateurs,...

■ Pourquoi ?

Il vise à préciser les exigences minimales de prévention que tout devis doit contenir, afin de concevoir efficacement des installations de ventilation.

Carsat Nord-Est
Prévention des Risques
Professionnels
81-83-85 rue de Metz
54073 NANCY CEDEX
Pôle Documentation

Établir un devis de ventilation pertinent : 4 exigences minimales de prévention

■ Des dispositifs de captage appropriés



- Préciser leur type, leur positionnement et leur dimensionnement
- Fournir les données aérodynamiques correspondantes (vitesse de captage et/ou débit d'air extrait, formule de calcul utilisée...).

Sans dispositif de captage efficace, l'installation de ventilation est inutile.

■ Un réseau de transport adapté

- Décrire le type de réseau (en épi, en épi avec entrée d'air additionnelle, à débit variable...)
- Indiquer les données aérodynamiques associées (vitesse de transport, débit d'air extrait, taux d'utilisation des machines...).

Le choix du réseau d'aspiration devra permettre de maintenir les caractéristiques aérodynamiques dans toutes les configurations de fonctionnement.

■ Un protocole de réception détaillé



- Visualiser les flux d'air (essais fumigènes...)
- Mesurer les paramètres aérodynamiques (vitesse de captage, vitesse de transport, débit d'air extrait...).

À la suite de ces essais, un procès verbal de réception devra être établi.

La réception sera réalisée dans différentes configurations de fonctionnement (variation du nombre de postes ou de machines en fonctionnement).

■ Un engagement à fournir la notice d'instruction

- La notice d'instruction est un élément essentiel pour la constitution, par le chef d'entreprise, du dossier d'installation de ventilation.

Elle comprend :

- le descriptif des installations ;
- et les valeurs de référence.

Le dossier d'installation de ventilation pourra être intégré au Dossier d'Intervention Ultime sur l'Ouvrage.

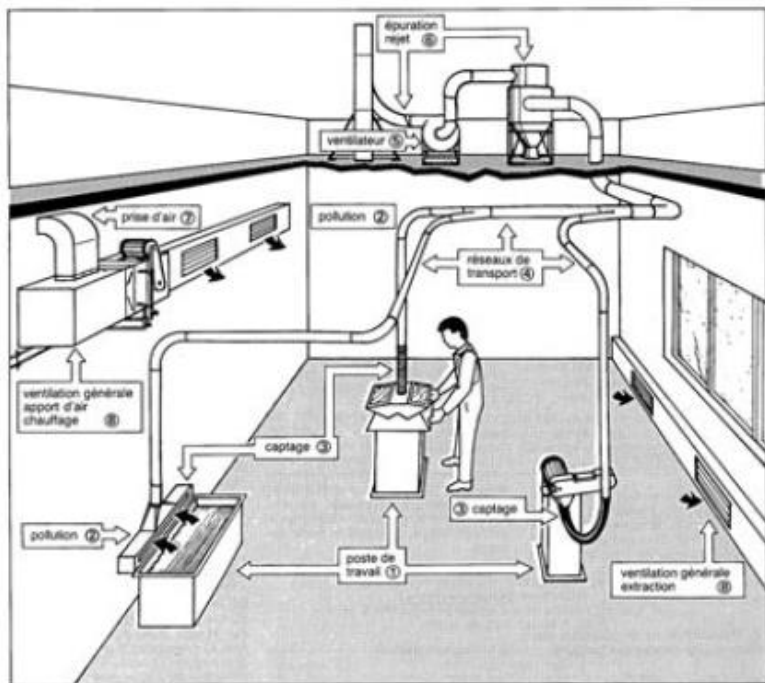
Des informations complémentaires

Au-delà de ces exigences et en fonction du process, des polluants, des locaux ou de l'activité, le devis intégrera l'ensemble des paramètres correspondants à chaque situation (risque ATEX, niveaux de bruit, filtration des polluants, compensation d'air, récupération d'énergie ...).

Rédaction : Anne Bist, Yves Caron, Thierry Grosset, Dominique Monbet, Florence Ung
Validation : Département Prévention des Risques Professionnels de la Carsat Nord-Est
Crédit photos : Minetack - INRS Carsat Nord-Est
Conception et maquette : Centre média - CFAM6040.B - 1^{ère} édition (2016)

Références techniques :
guides pratiques de
ventilation de l'INRS
www.inrs.fr

Devis ventilation : Conception d'une installation de ventilation



Guide ventilation ED695 © INRS

Constat

De nombreuses installations de ventilation ne permettent pas de supprimer ou de réduire de manière satisfaisante les expositions aux polluants chimiques présents dans les entreprises. 75 % des devis de ventilation étudiés par le Centre Interrégional de Mesures Physiques de l'Est sur la période 2010 - 2015 n'intègrent pas toutes les données techniques nécessaires à la mise en place d'une installation acceptable, d'un point de vue prévention du risque chimique. La conception de ces installations peut être complexe et nécessite une préparation en amont, notamment au stade du devis.

Devis ventilation : Conception d'une installation de ventilation

Des exigences minimales de prévention

■ Pour qui ?

Ce document est à destination :

- de toute personne en charge d'un projet de ventilation (chef d'entreprise ou son représentant),
- des fournisseurs, distributeurs, installateurs,...

■ Pourquoi ?

Il vise à préciser les exigences minimales de prévention que tout devis doit contenir, afin de concevoir efficacement des installations de ventilation.

Devis ventilation : Conception d'une installation de ventilation

4 exigences minimales de prévention

■ Des dispositifs de captage appropriés



- Préciser leur type, leur positionnement et leur dimensionnement
- Fournir les données aérauliques correspondantes (vitesse de captage et/ou débit d'air extrait, formule de calcul utilisée...).

Sans dispositif de captage efficace, l'installation de ventilation est inutile.

■ Un réseau de transport adapté

- Décrire le type de réseau (en épi, en épi avec entrée d'air additionnelle, à débit variable...)
- Indiquer les données aérauliques associées (vitesse de transport, débit d'air extrait, taux d'utilisation des machines...).

Le choix du réseau d'aspiration devra permettre de maintenir les caractéristiques aérauliques dans toutes les configurations de fonctionnement.

Devis ventilation : Conception d'une installation de ventilation

■ Un protocole de réception détaillé



- Visualiser les flux d'air (essais fumi-gènes...)
- Mesurer les paramètres aérauliques (vitesse de captage, vitesse de transport, débit d'air extrait...).

À la suite de ces essais, un procès verbal de réception devra être établi.

La réception sera réalisée dans différentes configurations de fonctionnement (variation du nombre de postes ou de machines en fonctionnement).

■ Un engagement à fournir la notice d'instruction

- La notice d'instruction est un élément essentiel pour la constitution, par le chef d'entreprise, du **dossier d'installation de ventilation**.

Elle comprend :

- le descriptif des installations ;
- et les valeurs de référence.

Le dossier d'installation de ventilation pourra être intégré au Dossier d'Intervention Ulérieure sur l'Ouvrage.

Devis ventilation : Conception d'une installation de ventilation

Des informations complémentaires

Au-delà de ces exigences et en fonction du process, des polluants, des locaux ou de l'activité, le devis intégrera l'ensemble des paramètres correspondants à chaque situation (risque ATEX, niveaux de bruit, filtration des polluants, compensation d'air, récupération d'énergie ...).

Références techniques :
guides pratiques de
ventilation de l'INRS
www.inrs.fr

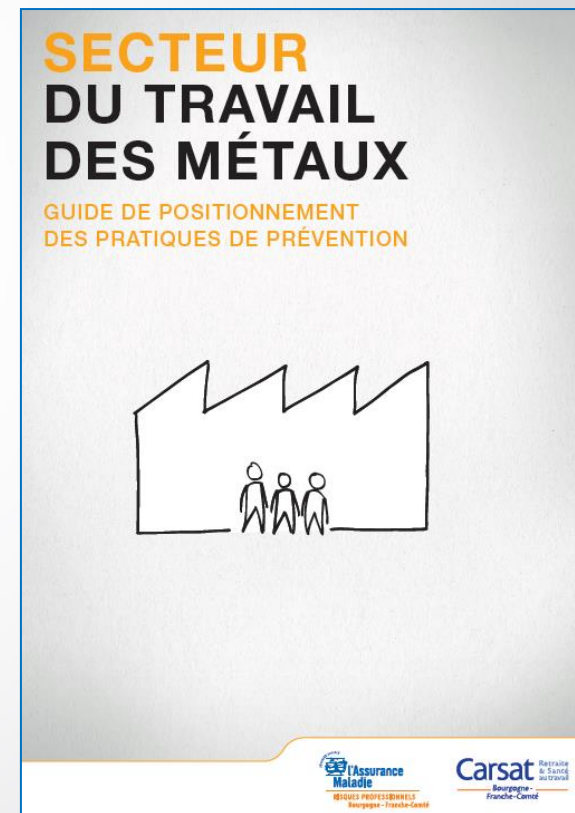
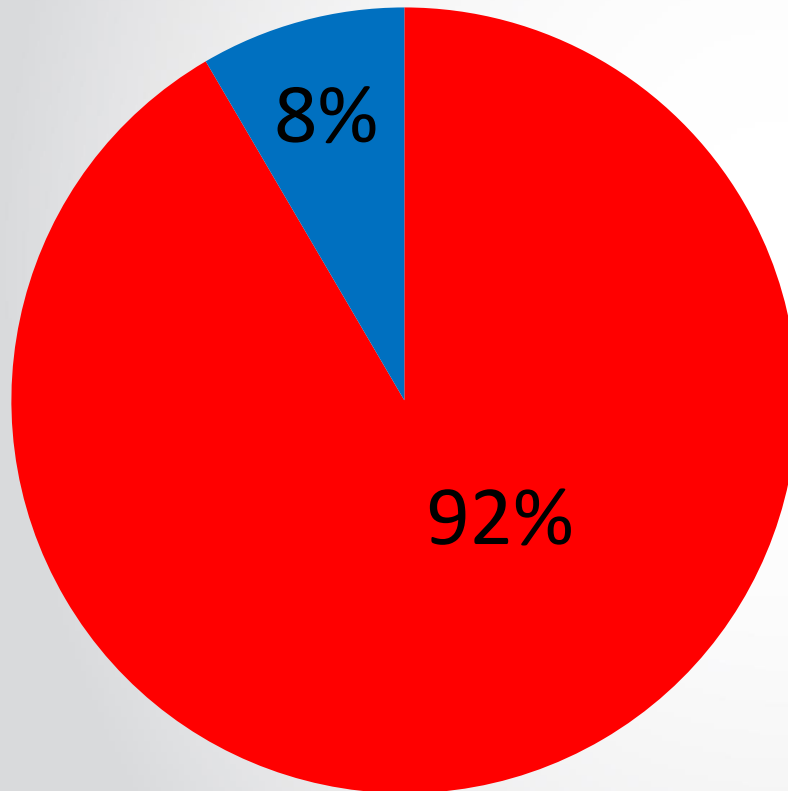
3/ MétoPhy

Un outil pour appréhender et maîtriser les
risques TMS et lombalgie

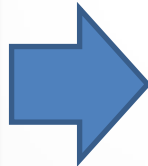
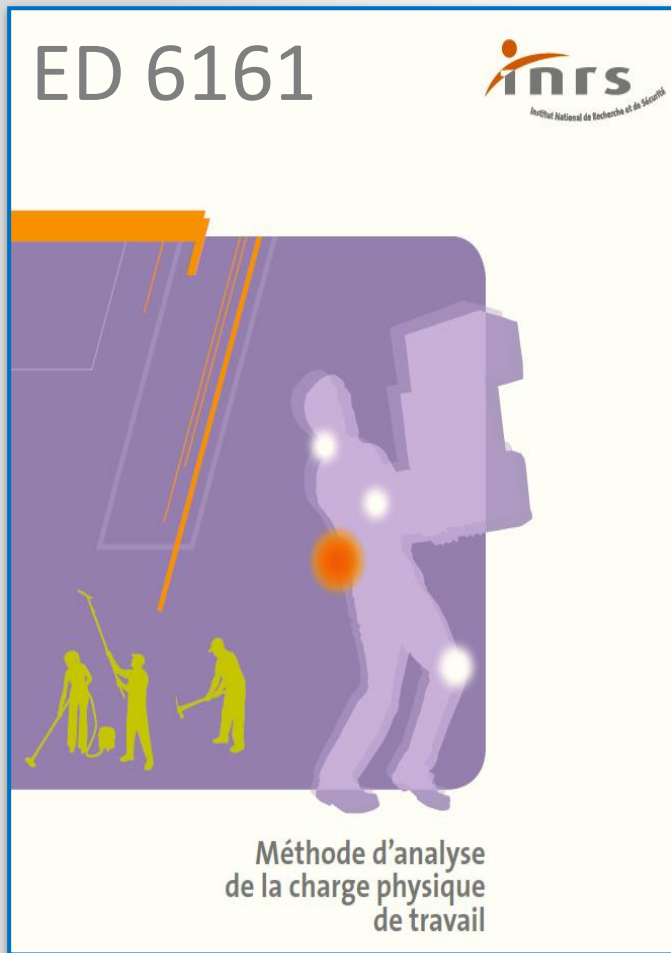
Jean-Louis GROSMANN
Ingénieur Conseil
Carsat BFC

2014 : un constat

■ Insuffisant/non maîtrisé ■ Satisfaisant/maîtrisé



Une méthode / Un outil



3 outils en 1

- Grille de repérage
 - Efforts physiques
 - Dimensionnement
 - Caractéristiques temporelles
 - Caractéristiques de l'environnement
 - Organisation du travail
- Tableau de synthèse des grilles
- Pistes de solutions



La grille de repérage

Une grille
par poste

« Pour ce poste... »

1. Efforts physiques	Facile ou non concerné	Supportable	Difficile	Préciser la réponse (quand ? quoi ? pourquoi ?...)
Les efforts exercés, la levée et la dépose des charges sont :	✓			Opérateurs satisfaits de la nouvelle potence
Le déplacement des objets mobiles (chariot, tire-palette) est :		✓		TP en mauvais état à remplacer
Les déplacements avec charge sont :			✓	Pont roulant pas tjrs disponible
La prise des objets est :	✓			
La réalisation de tâches minutieuses ou complexes est :		✓		Temps sdt à revoir pour certaines fabrications
L'état, l'encombrement ou les pentes du sol rendent les déplacements :			✓	Etat des sols fortement dégradé en zone B

2. Dimensionnement

3. Caractéristiques temporelles

4. Caractéristiques de l'environnement

5. Organisation

A. Indicateurs RH : absentéisme, turnover, plaintes...

Le tableau de synthèse

Indicateurs (Ind)

A. Santé au travail / Gestion du personnel

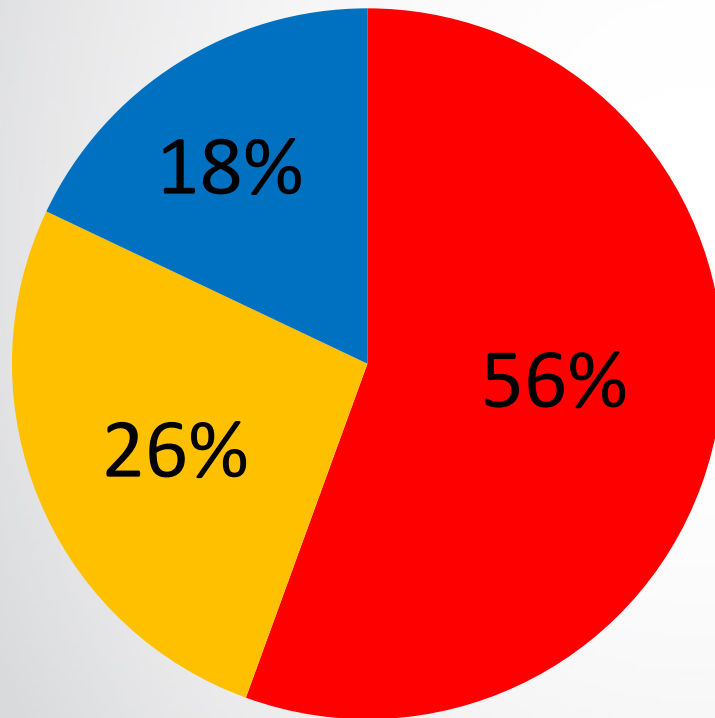
1. Efforts physiques
2. Dimensionnement
3. Caractéristiques temporelles
4. Caractéristiques de l'environnement
5. Organisation

Difficile

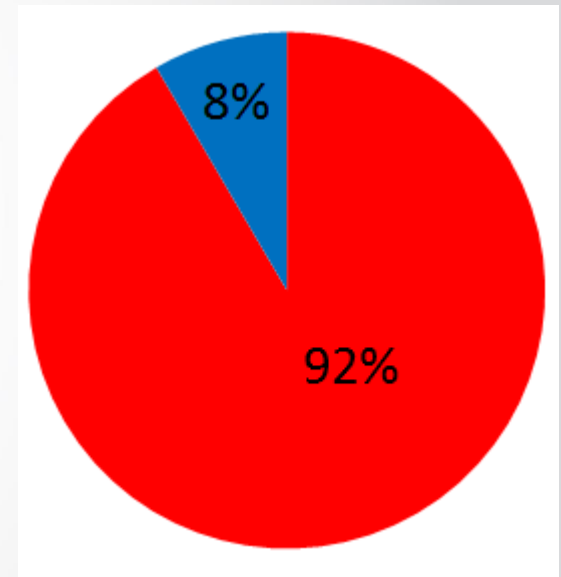


Grille	Localisation	Poste de travail	Effectif concerné	Cotation [Oui - Difficile]						Total	Priorité
				Ind A	Ind 1	Ind 2	Ind 3	Ind 4	Ind 5		
1	Atelier A	A10	6	3	2	2		2	1	10	1
2	Atelier A	A12	2	2	2	1	3	2	3	13	2
3	Atelier A	A20	8	2	1	1	1	1	2	8	3
4	Atelier B	B11	3	1	1			1	2	5	5
5	Atelier C	C34 (*)	6	2			1	1		4	4

2016 : une évolution encourageante



2014



■ Insuffisant/non maîtrisé

Téléchargeable
sur carsat-
Bourgogne-
Franche-Comté.fr



4/ Conclusion, questions - réponses



*Valérie COLIN
Ingénieur Conseil
Carsat BFC*

Cnamts, Carsat,
INRS

CIRC 1

Repérer les risques

Secteur Travail
des Métaux

Supprimer/Réduire
Combattre à la
source

Métophy

Obtenir un devis
pertinent
FT 08

Quels outils et quelles solutions pour prévenir les risques CMR et TMS dans le secteur des Métaux ?

Préventica Strasbourg Europe 2017

Le 8 novembre 2017