



Etude ergotoxicologique des situations à risque liées aux opérations de meulage des rails dans les tunnels du métro d'une entreprise de transport

Comment la part du risque chimique prend sens dans l'évaluation de la pénibilité au travail

Alain Garrigou (1) , (2) Brahim Mohammed-Brahim (3)

Laurent Lecoin (4) Keti Bonga Bouna (4)

Pierrick Pasquereau (1) Cédric Benoist (3) Murielle Sellin (3) Mickael Rinaldo (2)

- (1) IUT, Université Bordeaux1 (2) LSTE , Université Bordeaux 2 (3) ASTI, Toulouse
(4) Médecins du travail, Entreprise de Transport de Voyageurs

Est-il pénible pour le salarié
d'être exposé à des substances chimiques



- « *Plutôt que de demander aux salariés si leur travail est dur, leur demander ce qui est dur dans leur travail* » (A. Wisner, 1985)



- J'ai posé cette question à 100 travailleurs dans différentes industries à risque chimique
- Voici les réponses
 - Les manutentions et/ou postures contraignantes 47 fois
 - Le travail en horaires alternés 33 fois
 - Le bruit 25 fois
 - La pression de la hiérarchie 12 fois
- Pas une fois l'exposition aux produits chimiques

Pourtant les **agents chimiques dangereux** figurent bien parmi les facteurs de risques professionnels pris en compte dans le cadre de la prévention de la pénibilité ainsi que du droit à une retraite anticipée pour pénibilité

FICHE DE PRÉVENTION DES EXPOSITIONS A CERTAINS FACTEURS DE RISQUES PROFESSIONNELS

La fiche mentionnée à l'article L. 4121-3-1 du code du travail comporte au moins les rubriques figurant dans le présent modèle. Cette fiche doit être actualisée en cas de modification des conditions d'exposition. Elle est communiquée au service de santé au travail et remise au travailleur à son départ de l'entreprise ou en cas d'arrêt de travail consécutif à un accident du travail ou une maladie professionnelle d'au moins 30 jours (3 mois pour un autre motif). Conformément à l'article L. 4121-3-1, le travailleur peut demander à l'employeur la rectification des informations figurant sur la présente fiche.

Nom : _____ Prénom : _____ Unité de travail concernée : _____ Poste ou emploi occupé : _____
(source DUER)

Entreprise : _____ N°INSEE du salarié ou date de naissance : _____

Facteurs de risque énumérés à l'article D. 4121-5	Exposition		Période d'exposition		Mesures de prévention en place			Commentaires, précisions, événements particuliers (résultats de mesurages, etc.)
	Non	Oui	Date de début	Date de fin	Organisationnelles	Collectives	Individuelles	
Manutention								
Postures pénibles								
Vibrations mécaniques								
Produits phytosanitaires* - Agents chimiques dangereux* - Poussières - Fumées (s aut amiante**)								
Températures extrêmes								
Bruit								
Travail de nuit								
Travail en équipes successives alternantes								
Travail répétitif								

Signature de l'employeur _____

Signature du salarié _____

Fiche mise à jour le : _____

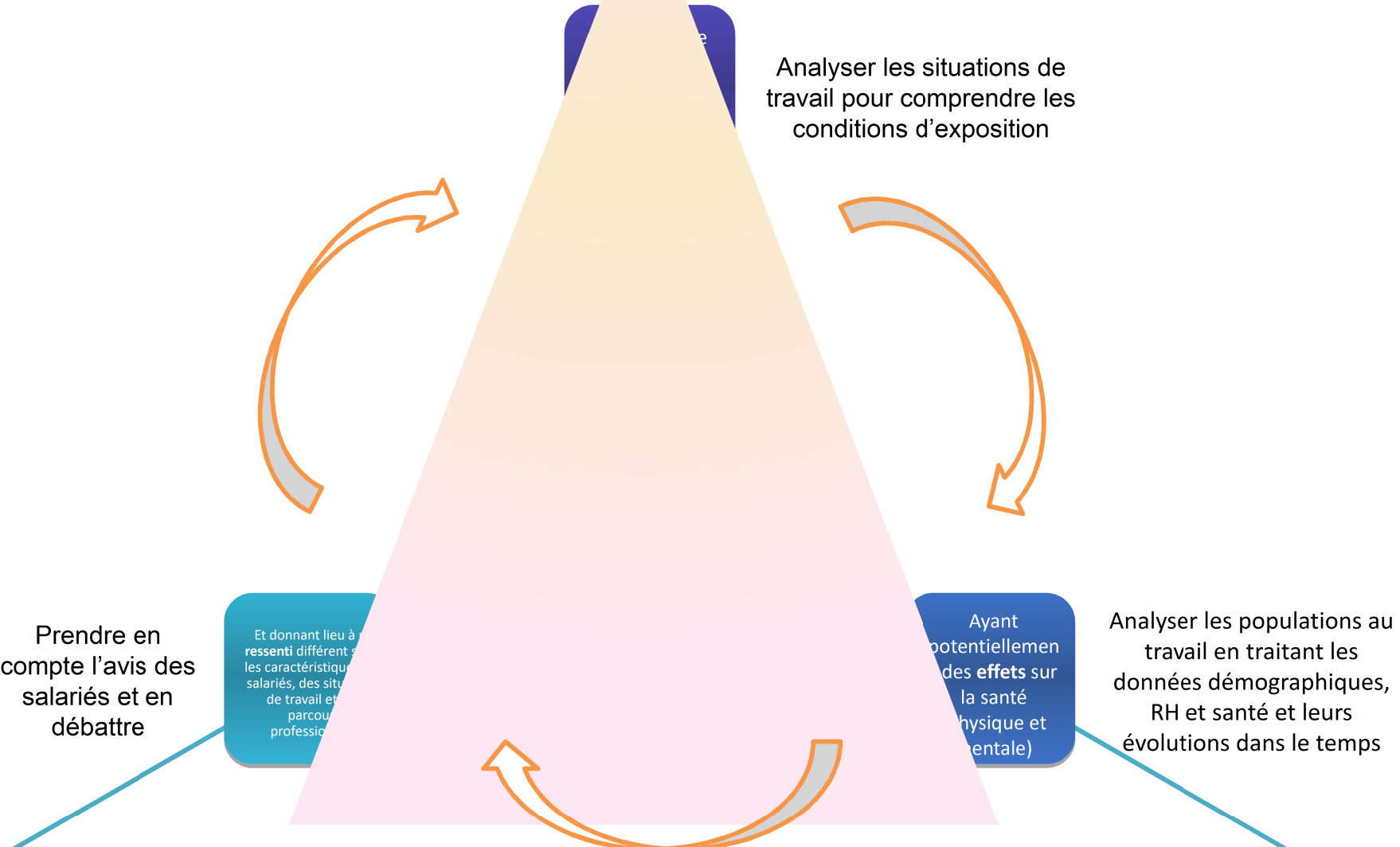
* L'exposition aux produits phytosanitaires et agents chimiques dangereux est consignée au verso de cette fiche

** L'exposition à l'amiante est consignée dans la fiche d'exposition prévue à l'article R. 4412-110 du code du travail

Double à transmettre au médecin du travail lors de la visite

- C'est toute la différence entre la pénibilité addition mathématique de nuisances mesurables issue d'un compromis réglementaire et la pénibilité vécue comme contrainte par le salarié
- Or seule celle-ci peut être un levier pour construire, avec lui, sa propre protection vis-à-vis de ces risques
- Si le risque chimique est absent de la perception d'abord matérielle que peut avoir un salarié de ses conditions de travail, comment l'intervention sur la pénibilité peut elle être à même de le prendre en compte ?
- L'ergotoxicologie, en cela qu'elle intègre le risque chimique comme composante de la situation de travail, en donne une lisibilité pour le salarié et le met en capacité de l'intégrer dans la construction de sa protection propre et celle de ses collègues
- Nous allons voir, dans la présentation qui va suivre, comment ce processus prend corps au travers de l'intervention ergotoxicologique

L'enjeu : élargir la définition de la pénibilité fixée par les textes pour la rapprocher des réalités du terrain...



La demande d'intervention



- Médecins du travail et salariés alertent sur l'opération de meulage particulièrement polluante, en même temps que paraissant maîtrisable, car au moins circonscrite
- Il est demandée à l'IUT Bx1 et l'ASTI Toulouse d'engager une démarche ergoxicologique qui éclairerait sur les déterminants techniques, organisationnels et humains de cette situation

Méthodologie



Les observations



- Une entrée par l'analyse de l'activité des opérateurs (donneur d'ordre et sous traitant)
- Observations exploratoires : découverte des conditions d'intervention et repérage des variabilités potentielles
- Observations systématiques et autoconfrontations
- Papier/crayon, enregistrements vidéos et verbalisations en cours et post observations

Les métrologies



- Des mesures instantanées de la concentration en COV, en poussières alvéolaires et nanométriques caractérisant la variabilité dans le temps des expositions en fonction des opérations et des paramètres d'environnement
- Des mesures quantitatives et qualitatives indicatives du niveau des principaux polluants générés par les opérations observées
- Des mesures de la charge physique (activité physique et contrainte thermique) par relevé continu de la FC, compte tenu de son influence sur les indicateurs biologiques d'exposition

Traitements des données



- Synchronisation des images vidéos et des mesures instantanées au moyen du logiciel Captiv©
- Codage des observations
- Analyse des données de fréquence cardiaque
- Analyse des données de métrologie des ambiances de travail

Résultats



L'activité

- Des variabilités techniques
 - Situation géographique et configuration spatiale des lignes et stations
 - Profils des voies : courbure en particulier
 - Présence et caractéristiques des systèmes de ventilation
- Des variabilités organisationnelles
 - Coactivités
 - Nombre de passages
 - Propreté des voies
 - Etc.
- Des incidents
 - Départs de feu
 - Rails détériorés
 - Etc.
- Des enjeux de charge de travail et de sécurité
 - Gestion des variabilités et maîtrise des incidents
 - Gestion de la signalisation
 - Arrêt de la circulation des trains
 - Etc.

La charge physique

	Donneur d'ordre		
	Observation 1	Observation 2	Observation 3
	Op1 (50 ans)	Op2 (34 ans)	Op2 (34 ans)
Niveau global	Plutôt lourd	Très lourd	Lourd
Pics d'activité	Lourd à très lourd	Très lourd	Très lourd
Durée FC > FTM	0	0	0
Durée FC > 80% FTM	00:00:31	00:07:36	00:05:30

	Sous traitant		
	Observation 1	Observation 2	Observation 3
	Op1 (44 ans)	Op1 (44 ans)	Op2 (35 ans)
Niveau global	Léger	Modéré	Lourd
Pics d'activité	Modéré	Lourd	Très lourd
Durée FC > FTM		0	0
Durée FC > 80% FTM		00:07:36	00:05:30

Les métrologies au postes de travail

Les postes observés

- Conduite train (S/T)
 - En cabine, fermée, climatisée, portière coulissante sur l'extérieur régulièrement ouverte pour entrer et sortir (conducteur + autres agents)
 - Position statique assise
- Suivi train (S/T)
 - Contrôle qualité de meulage, ramassage des scories, résolution des incidents
 - Devance ou suit le train, récupération en cabine
 - EPI : combinaison, masque entier, gants
- Supervision (DO)
 - Préparation et conduite chantier, contrôle qualité, intervention et interface avec la maintenance si incident
 - Devance ou suit le train, récupération en cabine
 - EPI : combinaison, masque entier, gants

Les métrologies au postes de travail

Les sources d'émission

- Meulage
 - Rail : acier moulé
 - Système abrasif : Alumine
 - Trafic / pollution : dépôts d'huiles...
- Echappements locomotive
 - Substances irritantes pour les conjonctives et les voies aériennes supérieures : alcanes, oxydes d'azote, dioxyde de soufre, aldéhydes et particules
 - Substances cancérogènes :HAP, benzène, butadiène, échappement de moteur diesel
- Pollution atmosphérique / trafic

Les métrologies au postes de travail

Les résultats

Poste	Poussières sur 8h VLEP alvéolaire 5mg/m3 VME inhalable 10mg/m3	Origine possible	Particules diesels sur 8h	HAP	Benzène	Formol VLEP 0,5ppm
Conduite cabine (S/T)	2 % VLEP alvéolaire	Acier (rail)	Exposition moyenne	faible	Non détecté	< 0,006 ppm faible
	4% VLEP inhalable	Acier Matériaux abrasifs	/			
Suivi train (S/T)	Non mesuré	Non mesuré	Exposition forte	faible	Non détecté	0,010 ppm faible
	10% VLEP inhalable	Acier Matériaux abrasifs	/			
Supervision (DO)	20% VLEP alvéolaire	Acier	Exposition forte	faible	Non détecté	0,008 à 0,016ppm faible
	6% VLEP inhalable	Acier Matériaux abrasifs	/			

Les métrologies (poussières alvéolaires) sur les quais

Avant le passage du train	Durant le passage du train	Rapporté à 8 h
En dessous du seuil de détection	0,80 mg/m ³ (sur 2h50)	0,28 mg/m ³
	3,63 mg/m ³ (sur 1h55)	0,90 mg/m ³

Composition chimique

- Fe : 53 à 84 % de la fraction collectée
- Mn : 0,3 à 0,5%
- Ni : 0,2 à 0,4%
- Pb : 0,03 à 0,04%
- Pas de benzène, pas de HAP

Personnel concerné

- Agents de signalisation
- Agents de nettoyage
- Agents intervenants suite à l'appel du conducteur d'opération

L'émission des particules ultrafines

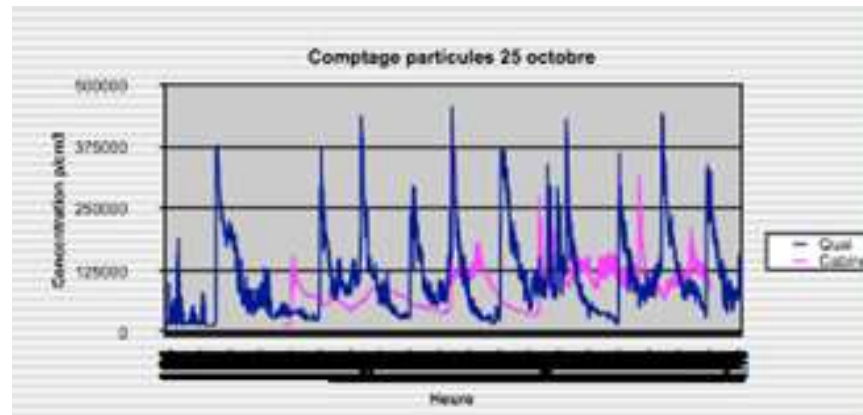
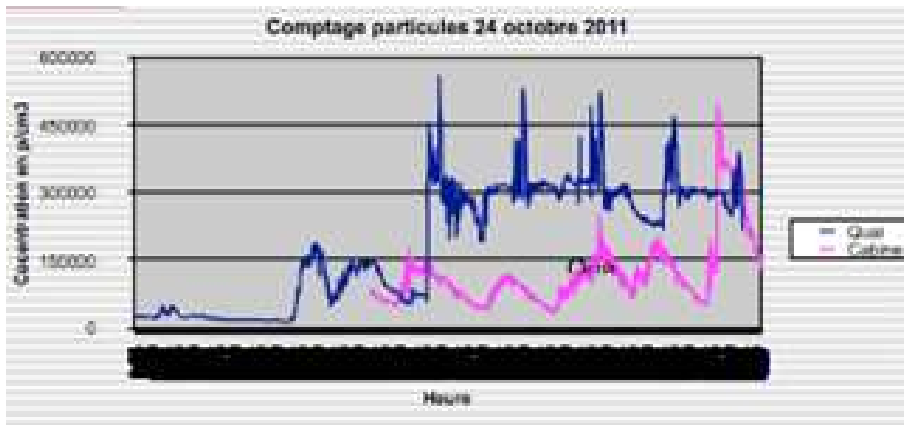
Méthodologie

- Mesure de la concentration en particules avec un CPC
- Comptage instantané en continu des objets de diamètre compris entre 10 et 1000 nm
- Méthodologie basée sur les recommandations du NIOSH et conforme à celles du guide INRS/INERIS/CEA
- 2 points de mesure : quai et cabine de conduite
- 2 prélèvements avant (blancs) et 8 pendant le meulage

L'émission des particules ultrafines

Résultats

- Variabilité sur les 2 nuits : différence topographique et d'organisation




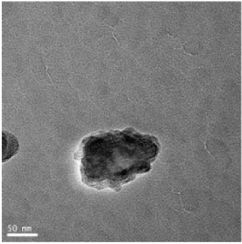
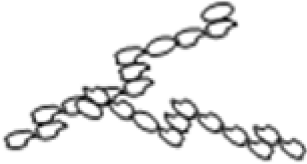
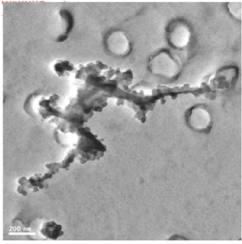

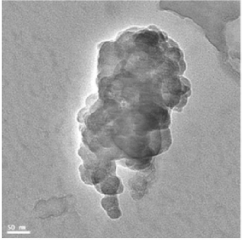
L'émission des particules ultrafines

Résultats quantitatifs

- Concentration en particules de base
 - Quai : 15.000 et 20.000 p/cm³
 - Cabine : 15.000 p/cm³
- Sur le quai
 - Pics de concentration à chaque passage du train avec ou sans meulage : 550.000 et 450.000 p/cm³
 - Décroissance rapide en quelques dizaine de secondes et stabilisation : > 250.000p/cm³ et >100.000 p/cm³, expliquée par diffusion / sédimentation / agrégation
- Dans la cabine
 - Pics de concentration liés aux ouverture de la porte : 500.000 et 350.000 p/cm³
 - Concentration moyenne entre les pics : 100.000 p/cm³

L'émission des particules ultrafines

Résultats qualitatifs

Sphérique isolée		
Chapelet		
Agrégat		

- Plus de 85% des particules observées sont sous la forme :
 - D'agrégats ou de chapelets de taille supérieure à 100 ou 500 nm
 - Les agrégats sont composés de particules individuelles de 20 à 30 nm de diamètre

L'émission des particules ultrafines

Résultats qualitatifs

- Les particules sont à plus de 99% des particules carbonées
- Très rares particules de Fer ou de Titane de taille > 250 nm
- Confirme les résultats précédents
 - Il n'a pas été observé de nanoparticule métallique sur les filtres contrairement à l'hypothèse des médecins du travail
 - Les pics de particules observés semblent en relation avec les émissions de particules diesel par le train et non en relation avec le meulage
 - Ces particules sont des particules carbonées identiques en morphologie et en composition à celles habituellement rencontrées dans les fumées diesel ou en pollution atmosphérique

Conclusion

- Les activités de meulage : des activités sous contraintes fortes
 - Mise à disposition des voies
 - Exigences de qualité
 - Gestion des aléas techniques et liés à l'environnement de travail
- Une activité qui mobilise fortement :
 - la dimension biologique : des formes de pénibilité importante
 - La dimension cognitive : recherche des informations, planification des activités, pression temporelle, gestion des aléas
 - Des régulations collectives (Co-activité / DO-ST)
- La coprésence de différentes situations à risques liées à :
 - La pénibilité
 - Les risques de chutes liés aux montées descentes du train meuleur
 - La pression temporelle lors de la gestion des aléas
 - L'exposition aux différents polluants (dont au moins un classé cancérigène) y compris dans la cabine de conduite

Perspectives

- Les enjeux de la suppression/réduction des expositions aux particules de diesel
- La nécessité de reconcevoir les systèmes d'aspiration pour la cabine
- La nécessité de mener une évaluation de l'efficacité réelle des moyens de protection individuelle mis en place
- La traçabilité des expositions des travailleurs concernés
- L'exposition aux particules ultrafines : une première contribution au débat qui ne peut rester en l'état

En quoi cette démarche a-t-elle modifié
notre représentation du risque chimique
et notre façon de l'aborder désormais ?



- Rôle d'alerte de la traçabilité des expositions (cellule toxicologie et CM3P), mais non suffisante à produire de la prévention
- Révélation d'une intrication du risque chimique (pouvant être responsable de son aggravation) avec les autres risques
- Découverte d'une démarche :
 - Rigoureuse sur le plan méthodologique
 - Outillée de supports d'intervention accessible et partageable (observations et métrologies simultanées, technique de verbalisations et de restitutions dynamique, etc.)
 - Explicative : le pourquoi technique, organisationnel et humain des situations à risque
 - Participative : association des opérateurs, de l'encadrement de proximité à toutes les étapes

- Bien qu'antérieure à la mise en œuvre de l'obligation réglementaire d'établissement de la fiche de prévention des expositions en lien avec la pénibilité au travail, cette intervention ergotoxicologique est de nature à nous éclairer sur la façon d'aborder cette obligation pour en faire, au-delà de sa mission de traçabilité, un vrai levier de promotion d'une prévention opérationnelle
- Télescopage avec la nouvelle classification CIRC 1 du diesel
- Le désir d'initier nos professionnels de prévention, notre encadrement de proximité et nos représentants salariés au CHSCT à cette nouvelle vision du risque chimique au travail
- Une seconde recherche action est en préparation

Et pour finir ...



- S'il est vrai que, par rapport au bruit, à la chaleur ou à la posture, le toxique dans l'environnement de travail apparaît comme une « contrainte masquée »
- L'observation de l'activité de travail confrontée à nos connaissances sur les formes de présence des substances chimiques dans l'environnement de travail (état physique, dispersion), de leur pénétration (voies et modalités) et de leurs manifestations (visibles et ressenties) nous a pourtant permis de décrire différentes références à la pénibilité dans l'appréhension que peut avoir l'opérateur du risque chimique au travail
- Elles relèvent de sa perception du danger, de la représentation qu'il s'en fait et de la conduite de sa propre protection et de celle des autres.

- Comme la mobilisation des sens
 - Ces salariés du nettoyage qui se disent alertés par l'odeur d'« œufs pourris » de la présence indésirable du sulfure d'hydrogène au cours d'opérations de détartrage
 - Le goût d'« amande amère » rapportés par ces opérateurs autour de bains de galvanoplastie
 - « La parcelle sur la colline, tu la feras pas aujourd'hui » dit ce viticulteur à son saisonnier, et s'adressant à moi : « Quand il y a cette brise comme aujourd'hui, vous avez des retours de poussière ; ça vous gratte (effet irritant du soufre), c'est pas supportable. »
 - « Les intérimaires, on les reconnaît tout de suite, ils ont des traces rouges sur les mains, les poignets, le cou ; preuve qu'ils ont touché la préparation sans précaution ; c'est quand ils finissent par rester propres, à la fin d'une journée de travail, qu'on peut dire qu'ils ont appris à travailler. » (station de traitement de semences)

- Les EPI qui entravent tout ou partie des fonctions du corps investies dans la réalisation de la tâche créant des contraintes, voire des empêchements dans la réalisation du travail
 - Amputation du champ visuel périphérique par le masque
 - Perte de la fonction tactile et gêne des gestes de précision par les gants
 - Réduction de l'amplitude des mouvements des membres par la combinaison
 - Réduction de la mobilité de toute la personne par des tuyaux d'adduction d'air
 - etc.

- Développements de conduites d'évitement
 - Visibles sous la forme de gestes, de postures du corps, statiques ou dynamiques

Lire ces situations au cours des observations de l'activité de travail que propose

l'ergotoxicologie

nous semble ainsi donner corps à la part du risque toxique
dans l'évaluation de la

Pénibilité

au travail



Si nous dessinions la situation que nous vous avons rapporté dans cette communication, cela donnerait quelque chose comme ceci ...



FICHE DE PRÉVENTION DES EXPOSITIONS A CERTAINS FACTEURS DE RISQUES PROFESSIONNELS

La fiche mentionnée à l'article L. 4121-3-1 du code du travail comporte au moins les rubriques figurant dans le présent modèle. Cette fiche doit être actualisée en cas de modification des conditions d'exposition. Elle est communiquée au service de santé au travail et remise au travailleur à son départ de l'entreprise ou en cas d'arrêt de travail consécutif à un accident du travail ou une maladie professionnelle d'au moins 30 jours (3 mois pour un autre motif). Conformément à l'article L. 4121-3-1, le travailleur peut demander à l'employeur la rectification des informations figurant sur la présente fiche.

Nom : _____ Prénom : _____ Unité de travail concernée : _____ Poste ou emploi occupé : _____
 (source DUER)

Entreprise : _____ N°INSEE du salarié ou date de naissance : _____

Facteurs de risque énumérés à l'article D. 4121-5	Exposition		Période d'exposition		Mesures de prévention en place			Commentaires, précisions, événements particuliers (résultats de mesurages, etc.)
	Non	Oui	Date de début	Date de fin	Organisationnelles	Collectives	Individuelles	
Manutention								
Postures pénibles								
Vibrations mécaniques								
Produits phytosanitaires* - Agents chimiques dangereux* - Poussières - Fumées (s aut amiante**)								
Températures extrêmes								
Bruit								
Travail de nuit								
Travail en équipes successives alternantes								
Travail répétitif								

Signature de l'employeur _____

Signature du salarié _____

Fiche mise à jour le : _____

* L'exposition aux produits phytosanitaires et agents chimiques dangereux est complétée au verso de cette fiche
 ** L'exposition à l'amiante est consignée dans la fiche d'exposition prévue à l'article R. 4412-110 du code du travail

Double à transmettre au médecin du travail lors de la visite

Dans laquelle il manquerait ceci ...



FICHE DE PRÉVENTION DES EXPOSITIONS A CERTAINS FACTEURS DE RISQUES PROFESSIONNELS

La fiche mentionnée à l'article L. 4121-3-1 du code du travail comporte au moins les rubriques figurant dans le présent modèle. Cette fiche doit être actualisée en cas de modification des conditions d'exposition. Elle est communiquée au service de santé au travail et remise au travailleur à son départ de l'entreprise ou en cas d'arrêt de travail consécutif à un accident du travail ou une maladie professionnelle d'au moins 30 jours (3 mois pour un autre motif). Conformément à l'article L. 4121-3-1, le travailleur peut demander à l'employeur la rectification des informations figurant sur la présente fiche.

Nom : _____ Prénom : _____ Unité de travail concernée : _____ Poste ou emploi occupé : _____
(source DUER)

Entreprise : _____ N°INSEE du salarié ou date de naissance : _____

Facteurs de risque énumérés à l'article D. 4121-5	Exposition		Période d'exposition		Mesures de prévention en place			Commentaires, précisions, événements particuliers (résultats de mesurages, etc.)
	Non	Oui	Date de début	Date de fin	Organisationnelles	Collectives	Individuelles	
Manutention								
Postures pénibles								
Vibrations mécaniques								
Produits phytosanitaires* - Agents chimiques dangereux* - Poussières - Fumées (s'au amiante**)								
Températures extrêmes								
Bruit								
Travail de nuit								
Travail en équipes successives alternantes								
Travail répétitif								



Signature de l'employeur _____

Signature du salarié _____

Fiche mise à jour le : _____

* L'exposition aux produits phytosanitaires et agents chimiques dangereux est complétée au verso de cette fiche
 ** L'exposition à l'amiante est consignée dans la fiche d'exposition prévue à l'article R. 4412-110 du code du travail

Double à transmettre au médecin du travail lors de la visite

Merci pour votre attention

