



POLYEXPOSITIONS AU TRAVAIL

Enjeux pour la prévention,
méthodes & perspectives

PRISE EN COMPTE DE LA POLYEXPOSITION CHIMIQUE EN SANTÉ AU TRAVAIL DANS L'AÉRONAUTIQUE

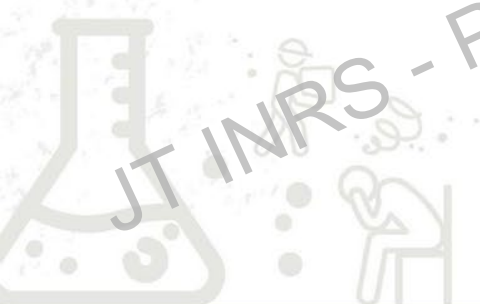
Marie CHEVALLIER
Dr Delphine BOUVET

AIRBUS Opérations

Assemblage et équipement final des avions commerciaux



12/10/2023



Activités industrielles

1

STRUCTURE AVION

Activités : Perçage / Ponçage / Ajustage

Exposition chimique : huile usinage, mastic, solvants, poussières chromatées, colles, résines solvant/dégraissage, peintures en kit, matériaux composites..

2

ÉQUIPEMENTS DES SYSTÈMES ÉLECTRIQUES, MÉCANIQUES, HYDRAULIQUES ET AMÉNAGEMENT COMMERCIAL

Activités : Montage / Vissage / Torquage / Essais

Exposition chimique : solvants , mastic, colles, graisses, retouches peintures.

3

PEINTURE AVIONS

4

AUTRES SECTEURS : RECHERCHE, ESSAIS , TEST AVIONS



Ces activités : Exposition à plusieurs produits chimiques

- Toutes les pièces métalliques (aluminium) de l'avion doivent être protégées par un revêtement résistant à la corrosion (Chromate dans la peinture primaire)
- Réglementation REACH interdit l'utilisation du Trioxyde de chrome en 2017, puis des autres chromates en 2019
 - Chrome VI : propriétés de très grande résistance à la corrosion
 - Autorisation accordée
 - Substitution du Chrome VI en cours

Processus de gestion du risque chimique



Stratégie de Substitution des produits classés
CMR ou à contrainte réglementaire

1

2

Les règles d'utilisation des produits : Commission
d'Autorisation d'Emploi (CAE)

Evaluation du risque chimique par poste et produit utilisé
(Fréquence, quantité, mode d'exposition)

3

4

Contrôles atmosphériques annuels, par un organisme agréé :

- Agents CMR & ACD / GES (groupe exposition similaire)
- Prélèvements atmosphériques 8 h et 15 min & prélèvements d'ambiance
- Cartographie du site, par GES => postes de travail classés selon les résultats atmosphériques
- Reach pour les chromates

Equipements de protection collective
(mesures techniques collectives mises en place)
Equipements de protection individuelle

5

JT INRS - Polyexpositions au travail - 12/10/2023

Le suivi de l'état de santé des salariés exposés au risque chimique

INFORMATION

- Les risques liés à l'utilisation et effets sur la santé
- Les protections collectives et individuelles
- Suivi clinique et biologique
- Femmes enceintes et allaitantes



EXAMEN CLINIQUE

- Importance d'un examen clinique médical rigoureux
- Surveillance biologique d'exposition (SBEP)
- Suivi individuel renforcée SIR / Suivi individuel adapté SIA risque chimique

VEILLE SANITAIRE

- Traçabilité des expositions dans le dossier médical de santé au travail
- Suivi des résultats collectifs de la SBEP
- Visite mi-carrière, fin d'exposition, fin de carrière (Etat des lieux des expositions)
- Prise en compte : polyexposition chimique / Fiche d'exposition

Cadre de l'étude Airbus - INRS



ENQUÊTE SUMER 2017 /
RÉGLEMENTAIRE (PST 4 LOI
SANTÉ TRAVAIL 2.8.21)

CONTEXTE DE CHANGEMENT

Passage d'une approche mono-substance à une approche de polyexposition chimique.

Combinaison de niveaux faibles d'exposition pour de nombreuses molécules.

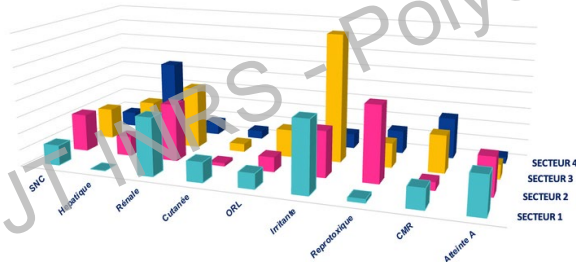
Travail réalisé par Nicolas BERTRAND de l' AMETRA 06 sur une de base de poly- exposition.

JUIN 2023

Collaboration avec l'INRS dans le cadre d'une étude pour l'utilisation de l'outil MIXIE France : évaluation des poly expositions chimiques ..

Intérêt d'une approche pluridisciplinaire

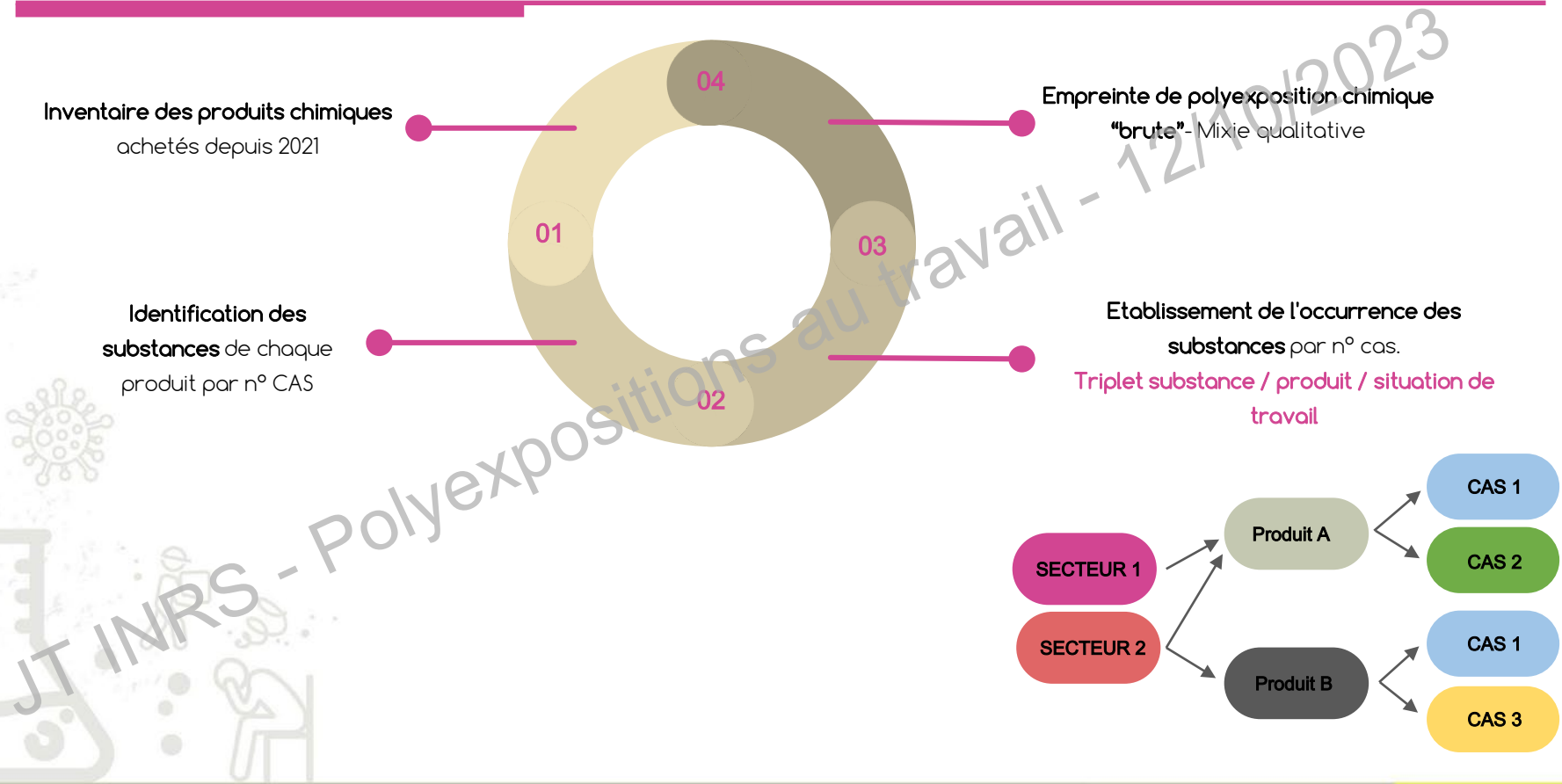
Pourcentage de substances activant les classes d'effet dans MIXIE par secteur



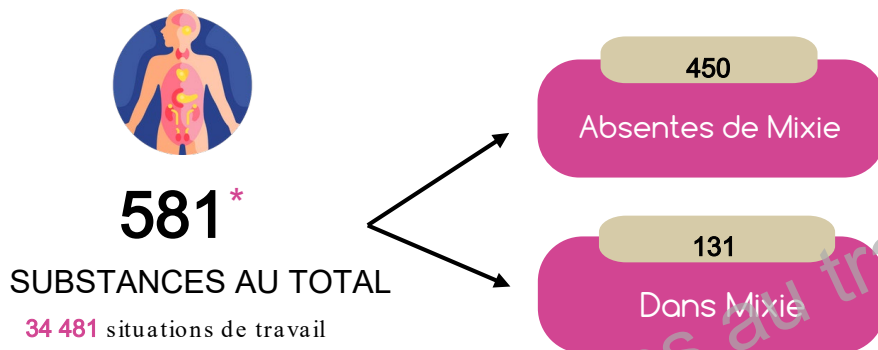
OBJECTIFS

- 1 Connaître l'empreinte de la co exposition chimique par classe d'effet sur la santé par secteur
- 2 Création d'une base de donnée de poly exposition chimique de l'entreprise
Premier niveau d'action de prévention d'aide à la décision

Méthode d'identification des substances de l'entreprise



Résultat de l'empreinte de polyexposition chimique de l'entreprise



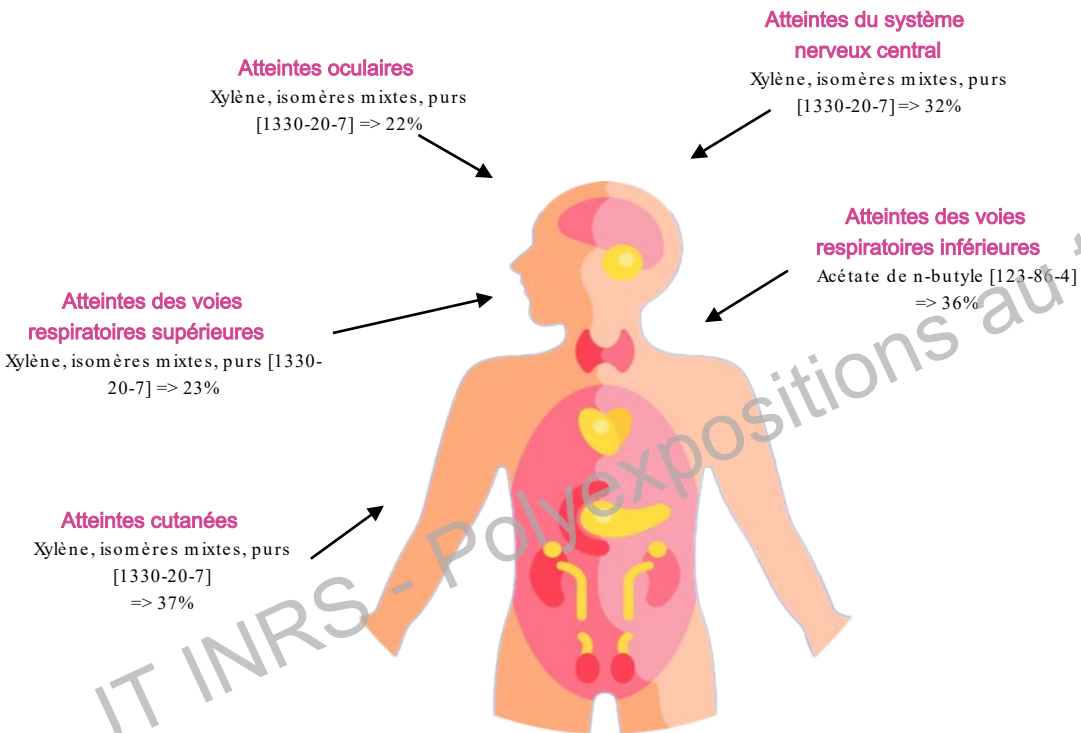
ANALYSE BASÉE SUR 23% DES
SUBSTANCES

Correspond à 15 767 situations de travail
soit 46%

Top 5 des classes d'effet toxicologique (pondération
par le nombre de situations de travail)

- Atteintes des voies respiratoires supérieures,
- Atteintes oculaires,
- Atteintes cutanées,
- Atteintes du système nerveux central
- Atteintes des voies respiratoires inférieures

Résultat de l'empreinte de polyexposition chimique de l'entreprise



AUTRES CLASSES D'ATTEINTES

Cancérogènes et Mutagènes

Cyclohexanone [108-94-1]

=> 46%

Reprotoxiques

Méthyléthylcétone [78-93-3]

=> 39%

Substances sensibilisantes / occurrences

Acrylate de butyle normal [141-32-2]

=> 75%

Atteintes système auditif / occurrences

Xylène, isomères mixtes, purs [1330-20-7]

=> 64%

Atteintes hépatiques / occurrences

Cyclohexanone [108-94-1]

=> 59%

Atteintes rénales / occurrences

Cyclohexanone [108-94-1]

=> 62%

Résultat de l’empreinte de polyexposition chimique de l’entreprise



Photographie de 46 % substances pondérées par les situations de travail présentes dans Mixie sur l’ensemble de l’inventaire .

LIMITES :

Empreinte partielle indicative => une orientation

Mixie concerne uniquement les substances soumises à VLEP/
Autres substances => non répertoriées .

Substances émises lors des procédés, non prises en compte

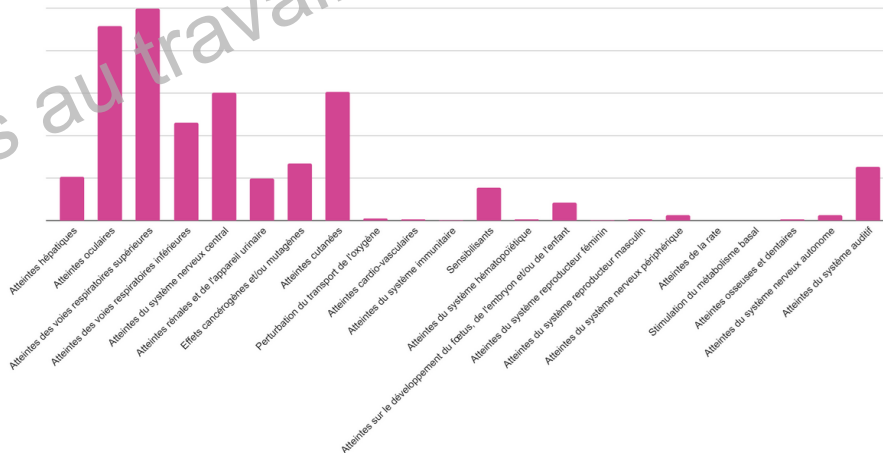
Empreinte “brute” qualitative comme une photographie

Absence de prise en compte pour les substances de :

- Concentration
- Fréquence
- Quantité

Absence de prise en compte de l’exposition réelle et des moyens de réduction de l’exposition .

Empreinte de polyexposition chimique de l’entreprise



Méthode d'identification des substances d'un secteur

⇒ d'un poste

ENTREPRISE

SECTEUR

POSTE

Inventaire produits :

- Evaluation des risques chimiques
- Visite terrain

Produits / Quantité / fréquence / mode
d'utilisation

Identification des
substances de chaque
produit par n° CAS

01

04

03

02

Empreinte de polyexposition chimique
"brute"- Mixte qualitative

Etablissement de l'occurrence des
substances par n° cas.
Triplet substance / produit / situation
de travail



JT INRS Polyexpositions au travail - 12/10/2023

Pour aller plus loin : application d'une pondération

Pondération : tenir compte de la concentration, fréquence et quantité d'utilisation en appliquant une gradation pour les niveaux.

- Fréquence d'utilisation du produit
- Concentration de la substance dans la FDS
- Quantité utilisée selon l'évaluation des risques

Étape d'attribution d'un score de pondération des paramètres en fonction de l'échelle de gradation .

=> Modification du profil des Classes d'atteinte

ECHELLE DE GRADATION APPLIQUÉE

Quantité (4 niveaux de gradation)

Fréquence (3 niveaux de gradation)

Concentration de la substance (4 niveaux de gradation)

CRITÈRES	SCORE
CONCENTRATION	
Basse [$< 2,5\%$]	10
Moyenne [$2,5\% - 10\%$]	25
Haute [$> 10\% - < 50\%$]	50
Elevée [$\geq 50\%$]	100
FRÉQUENCE	
Rare	1
Ponctuelle	10
Discontinue	100
QUANTITÉ	
Négligeable	1
Faible	10
Moyenne	100
Importante	1000

Pour aller plus loin : application d'une pondération

FICHER DES SUBSTANCES ET SCORES DE Fréquence, Concentration , Quantité

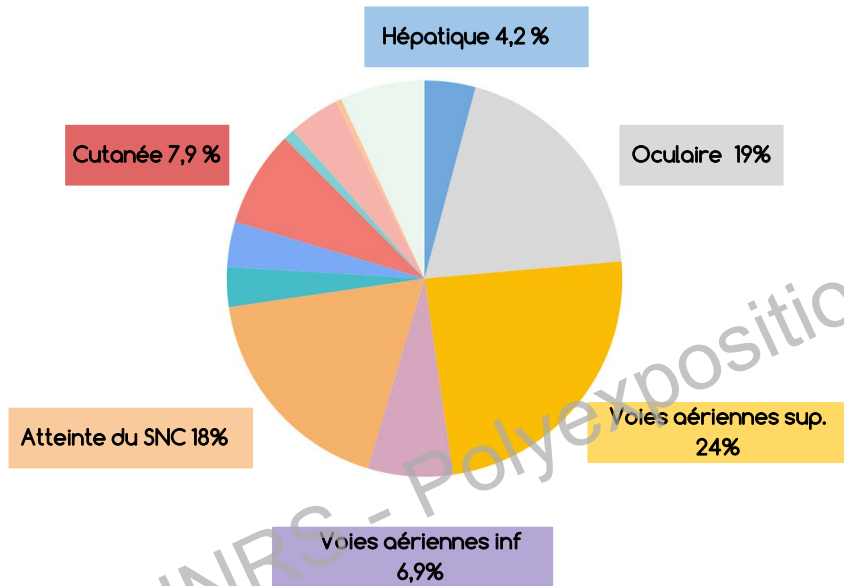
Nom de la substance	N°CAS	C°Max	quantité	Fréquence	Concentration max	Score quantité	Score fréquence	Score concentration max	Score Pondération
2-propanol	67-63-0	50%	Negligeable	ponctuelle	eleve	1	10	100	1000
toluène	108-88-3	25%	Negligeable	ponctuelle	haut	1	10	50	500
Isoalkane C7 -C9	921-728-3	25%	Negligeable	ponctuelle	haut	1	10	50	500
butanol	71-36-3	2,50%	Negligeable	ponctuelle	bas	1	10	10	100
méthacrylate de méthyle	80-62-6	1%	Negligeable	ponctuelle	bas	1	10	10	100
méthacrylate de n-butyle	97-88-1	1%	Negligeable	ponctuelle	bas	1	10	10	100
Solvant naphta (pétrole)	64742-88-7	50%	Negligeable	Rare	eleve	1	1	100	100
2-Butanone-oxime	96-29-7	5%	Negligeable	Rare	moyen	1	1	25	25
Alcool diacétonique	123-42-2	5%	Negligeable	Rare	moyen	1	1	25	25
Éthylbenzène	100-41-4	1%	Negligeable	Rare	bas	1	1	10	10
acétate de 2-méthoxy-1-méthyléthyle	108-85-6	50%	Negligeable	ponctuelle	eleve	1	10	100	1000
acétate de n-butyle	123-86-4	50%	Negligeable	ponctuelle	eleve	1	10	100	1000
1-méthoxy-2-propano	107-98-2	25%	Negligeable	ponctuelle	haut	1	10	50	500
tétrakis(2-éthylhexanoate) de titane	1070-10-6	5%	Negligeable	ponctuelle	moyen	1	10	25	250
Ethanol	64-17-5	77%	Negligeable	ponctuelle	eleve	1	10	100	1000
isopropanol	67-63-0	4%	Negligeable	ponctuelle	moyen	1	10	25	250
Ce mélange ne contient aucune substance à mentionner selon les critères de la rubrique 3.2 de l'Annexe II de REACH			Faible	Ponctuelle	bas	10	10	10	1000
Hydrocarbures, C11-C12, isoalcanes, aromatiques < 2 %			Negligeable	Rare	bas	1	1	10	10
Hydrocarbures, C11-C12, isoalcanes, aromatiques < 2 %		75%	Negligeable	Rare	eleve	1	1	100	100

IL NE S'AGIT PAS D' UN SCORE

TOXICOLOGIQUE

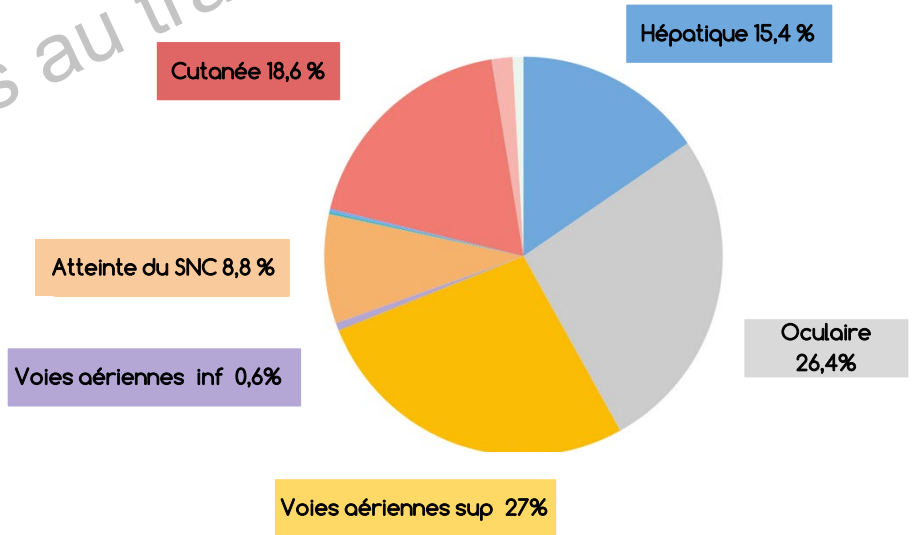
Pour aller plus loin : application d'une pondération

RÉSULTAT BRUT DE LA POLY-EXPOSITION POSTE



SCORE DE PONDÉRATION

RÉSULTAT DE LA POLY-EXPOSITION PONDÉRÉE AVEC APPLICATION D'UN SCORE



Conclusions

Evaluation de la signature de la polyexposition chimique d'un secteur en identifiant les classes d'effets communes des substances .

- > Un premier niveau d'information
- > Une première orientation des actions de prévention
- > Pertinence d'un travail pluridisciplinaire . Expertise des équipes de l'INRS



Limites

- > Prises en compte seulement des substances soumises à VLEP = 50 % des situations
- > Absence de prise en compte de la concentration de la quantité, des conditions d'exposition
- > Indicateur de danger, non de risque.

Perspectives

- > **Extension de l'étude de polyexposition aux autres secteurs** => Hypothèse : existe t il une différence d'empreinte de polyexposition par secteurs?
- > **Analyse qualitative** des occurrences des classes activées
- > **Poursuivre l'approche quantitative** , avec le calcul d'un indice du risque qui prendrait en compte l'exposition réelle tenant compte de facteurs de protection (EPC / EPI) Prise en compte de l'exposition générée par des activités exposantes (comme le ponçage)

Outil de prévention auprès des salariés

- > **Associer la polyexposition chimique et risques physiques**
- > **Suivi médical adapté** en fonction du profil de polyexposition
- >



Demain : recherche des profils métabolomiques sanguins et urinaires (semi quantitatif ou qualitatif) , screening atmosphérique

MERCI



TEAMWORK

JT INRS - Polyexpositions du travail - 12/10/2023

