

SURFACES CONTAMINÉES AU TRAVAIL

JOURNÉE
TECHNIQUE

Comment
mesurer
pour
prévenir?

Les Prélèvements surfaciques dans l'Aéronautique

Un Outil complémentaire dans la maîtrise des
expositions au Chrome VI

Docteur Delphine BOUVET

Docteur Isabelle LEDOUX

Jeudi 8 avril 2021



PLAN

1° Industrie aéronautique : Site AIRBUS Saint Nazaire

2° Première expérience de prélèvements surfaciques en 2019

3° Etude INRS sur les prélèvements surfaciques de Chrome VI en 2021

JT INRS SURFACES CONTAMINÉES - 8.04.2021

SITE AIRBUS SAINT-NAZAIRE

Etablissement de 3200
salariés

Assemblage des fuselages Avant et Tronçons
Centraux des avions commerciaux AIRBUS
A320,A330,A350 et militaires A400M



Equipement des systèmes
électriques, et mécaniques,
essais

Acheminement des fuselages par
avion, vers chaînes d'assemblage
final de Toulouse, Hambourg,
Séville



UTILISATION DU CHROME DANS L'INDUSTRIE AÉRONAUTIQUE

Toutes les pièces métalliques - en aluminium - de l'avion doivent être protégées par un revêtement résistant à la corrosion (Chromate de Strontium dans peinture primaire)

Chrome VI : propriétés de très grande résistance à la corrosion

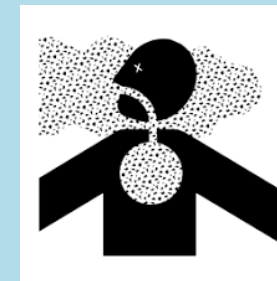
La Réglementation **REACH** interdit l'utilisation du Trioxyde de chrome en 2017, puis des autres chromates en 2019

Autorisation d'utilisation accordée pour quelques années, sous conditions strictes



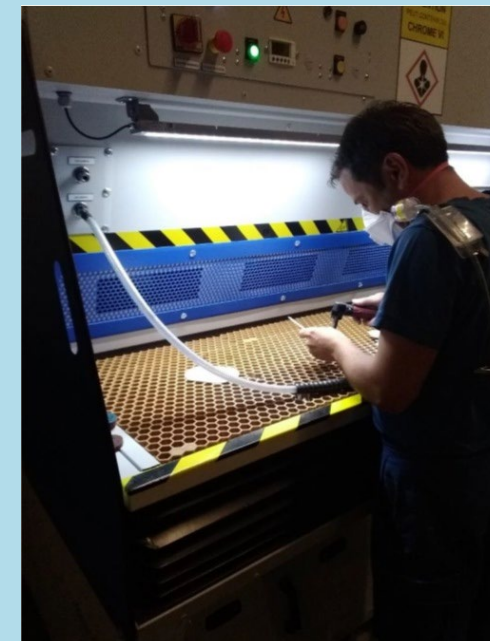
Objectif : substitution du Chrome VI

EXPOSITION PAR INHALATION



Phases de travail exposantes :

- Perçage
- Dérochage (ponçage)
- Ajustage
- Découpe



Moyens de prévention collectifs : aspiration à la source (sur machine, déportée, table aspirante, etc...)

LA TOXICITÉ DU CHROME VI

Toxicité aiguë

- Inflammation tube digestif (par ingestion sels de chrome)
- Irritation voies respiratoires sup et inf (par inhalation fortes concentrations vapeurs d'acide chromique)
- Insuffisance rénale aiguë (suite ingestion quantité importante dérivés hexavalents, ou brûlure par contact cutané avec acide chromique)

Toxicité chronique

- Dermatite eczématiforme
- Ulcération cutanée (“ Pigeonneau”)
- Irritation muqueuse nasale (acide chromique)
- Allergie respiratoire (exposition fumées d'acide chromique ou soudage inox)
- **Effets CMR**
 - ❖ Cancérogène certain pour l'Homme
CIRC : groupe 1
Union européenne : groupe 1A
Cancer Broncho Pulmonaire +++
 - ❖ Effets reprotoxiques : altération des fonctions reproductrices (peu documenté)

Tableaux MPI : n° 10, 10 bis, 10 ter.

LES VALEURS LIMITES RÉGLEMENTAIRES



MÉTROLOGIE ATMOSPHÉRIQUE

Décret n° 2012-746 fixe depuis le 01/07/2014

VLEP- 8 heures : **1 $\mu\text{g} / \text{m}^3$**

VLCT - 15 min : **5 $\mu\text{g} / \text{m}^3$**

Obligation de contrôles atmosphériques annuels, pour les Agents CMR (Art R4412-76 et R4412-80 du code du Travail), par un organisme agréé :



BIOMÉTRIE URINAIRE ANSES



1,8

Seuil d'exposition professionnelle
(en $\mu\text{g}/\text{gr}$ de Créatinine)



0,54

Seuil population générale
(en $\mu\text{g}/\text{gr}$ de Créatinine)

EVALUATION DES RISQUES PROFESSIONNELS

Contrôles atmosphériques annuels, par un organisme agréé :
Agents CMR (Art R4412-76 et R4412-80)

Prélèvements atmosphériques 8 h et 15 min & prélèvements d'ambiance

Cartographie du site, par GES* => postes de travail classés selon les résultats atmosphériques :

vert (<10% VLEP) **orange** (> 10% et < 100 % VLEP) **rouge** (100 % VLEP)

Surveillance biologique : chromuries, regroupées par GES

* Groupe d'Exposition Similaire

INTÉRÊT DU DOSAGE DU CHROME VI SUR LES SURFACES ?

- En général la métrologie se résume à la mesure de la **fraction volatile**
 - Evaluation unique de la voie d'exposition par **inhalation**
 - Une fraction variable sera dispersée par différents mécanismes physiques dans l'environnement
- **L'exposition cutanée**, une voie de pénétration non négligeable :
 - **directement** par dépôt sur la peau
 - **indirectement** par contact de la peau avec des surfaces contaminées par des poussières de chrome VI
- **L'exposition par ingestion** lors des contacts main- bouche



PLAN

1° Présentation du SITE, des ACTIVITÉS, du CHROME HEXAVALENT

2° Première expérience de prélèvements surfaciques en 2019

3° Etude INRS sur les prélèvements surfaciques de Chrome VI en 2021

EXPÉRIENCE DE PRÉLÈVEMENTS SURFACIQUES SUR DES DISTRIBUTEURS DE CAFE

- Prélèvements sur des machines à café dans un **Atelier exposant** au Chrome VI **AVANT & APRÈS** Nettoyage (Février 2019)
- Stratégie de prélèvements et analyse avec l'expertise de TOXILABO (laboratoire de toxicologie , Nantes) selon la méthode inspirée de l'**OSHA** pour le Chrome hexavalent (**W4001**) et de la **fiche Metropol M-43 (Cr VI)**
- **Surface essuyée 100 cm²** (CARRE 10*10 cm) à l'aide de membranes quartz , mises en solution sur site juste après essuyage– Limite de quantification (LQ) : **40 ng**



LIEUX	Avant nettoyage µg / m ² (ng/100 cm ²)	Après nettoyage µg / m ² (ng/100 cm ²)	Témoins µg / m ² (ng/100 cm ²)
Machine 1 Atelier	9,9 (99,6)	7,78 (77,8)	6,86 (68,6)
Machine 2 Atelier	10,8 (108)	7,5 (75)	7,53 (75,3)
Machine 3 Atelier	8,33 (83,3)	7,45 (74,5)	6,25 (62,5)
Moyenne	9,7 (97)	7,6 (76)	6,9 (69)

CARACTÉRISATION DU BRUIT DE FOND

- **Hypothèse d'une interférence** liée aux conditions de nettoyage
Résultats négatifs de Cr VI, suite à l'analyse des produits de nettoyage, essuie-tout, gants de nettoyage

- **Hypothèse d'un bruit de fond environnemental en chrome VI :**
 - 1 ère campagne d'essuyage de zones témoins : réalisée en mai 2019 au sein de Toxilabo
Résultats : < 40 et 54 ng/100 cm² ou < 4 et 5,4 µg/m²

 - 2ème Campagne d'essuyage de zones témoins : réalisée en Août 2019 dans 42 logements de la région nantaise (lieux non pollués au Chrome VI industriel)
Résultats entre 42 et 115 ng/100 cm². Moyenne 64 ng/100 cm² ou 6,4 µg/m²

Confirmation d'une absence de pollution du site industriel

**Détermination d'un seuil d'interprétation à 100 ng/100 cm² ou 10 µg/m²
= LQ annoncée dans la fiche métropol M - 430 inrs (sept.2020)**



PLAN

1° Présentation du SITE, des ACTIVITÉS, du CHROME HEXAVALENT.

2° Première expérience de prélèvements surfaciques en 2019

3° Etude INRS sur les prélèvements surfaciques de Chrome VI en 2021

PERSPECTIVES DES PRÉLÈVEMENTS DE SURFACE DE CHROME VI - ETUDE INRS - 25.02.2021



Hypothèse : existe t-il **une concordance** entre des situations exposantes identifiées au niveau atmosphérique et les résultats surfaciques ?



Etablissement d'une **cartographie de la distribution du polluant** depuis la source exposante



Etablissement d'un **indicateur de performance** de la protection collective.




Evaluation de **procédés de nettoyage des postes**



Outil d'**aide pédagogique** auprès des salariés sur l'aspect hygiène des mains, du poste, port des EPI (gants)

METHODE DES PRELEVEMENTS SURFACIQUES DE CHROME VI

Méthode par essuyage - Fiche Métropol M 430

MétroPol 

Chrome VI M-430

Cette méthode décrit le prélèvement en mode Surfaccique sur Filtre et l'analyse par chromatographie ionique détection UV de la (des) substance(s) : **Chrome VI**

Données de validation _____ Validation complète

Numéro de la méthode _____ M-430



STRATÉGIES DE PRÉLÈVEMENTS

- Sélection de 3 types de zones de travail en fonction des résultats des prélèvements atmosphériques de Chrome VI
 - **Zone verte** < 10% de la VLEP.
 - **Zone orange** entre 10 et < 100% de la VLEP.
 - **Zone rouge** > 100% de la VLEP – (avec EPI respiratoire < 10% VLEP)
- **Zones de travail** : sources émissives
- **Zones de travail à proximité des sources d'émission pouvant être potentiellement contaminées** par voie aérienne ou manuportage à proximité des zones de travail.
zones de brief, souris d'ordinateur, chaises
- **Zones non exposées** : Armoires supply , photocopieuses dans les allées
- **Zones Témoins** : bureaux des médecins
- Evaluation **avant et après nettoyage** d'outils et établis

VALEURS ISSUES DE RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

CHROME VI

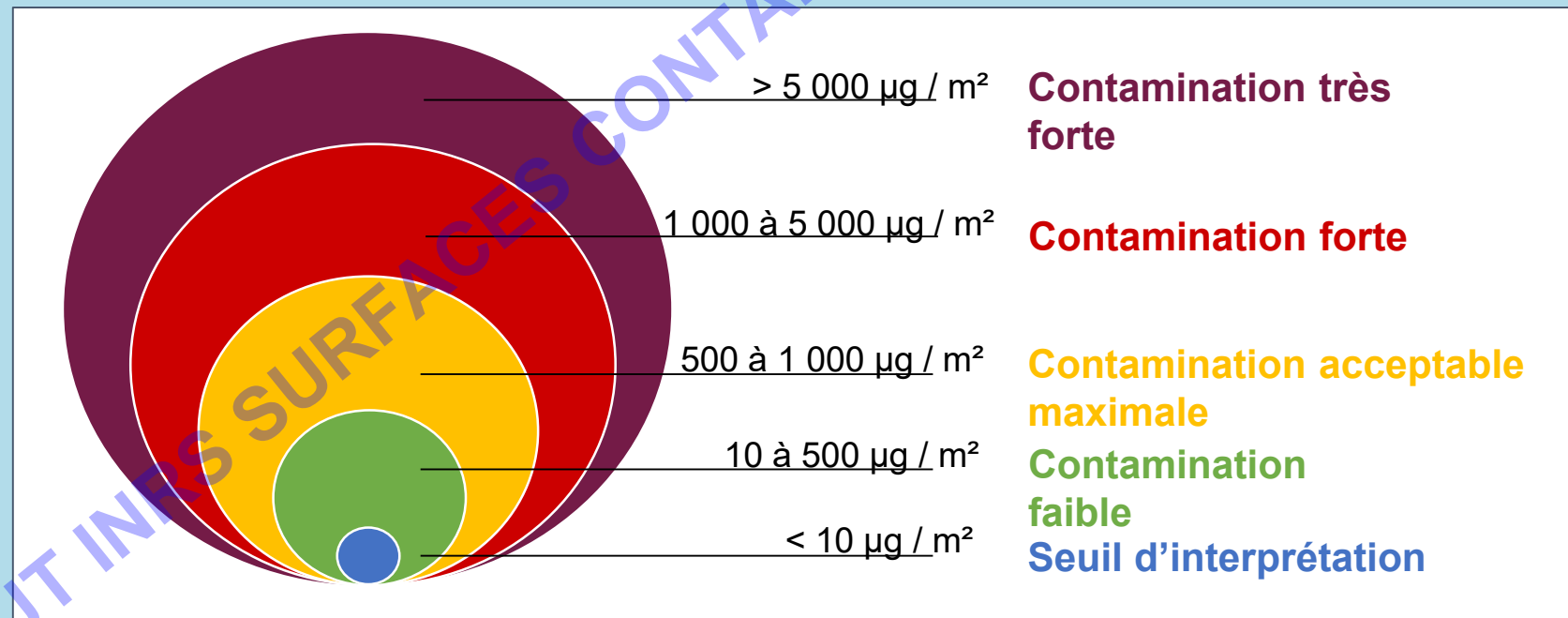
Sources	Définition	Valeur en $\mu\text{g} / \text{m}^2$
OSHA Method W4001	Concentration cible	5
TOXILABO / INRS (M-430)	Seuil de positivité / LQ	10
IH75190 Surface Wipe Sampling for Metals - NIOSH*	Zone non exposée (Non-Operational Areas)	330
OSHA Technical Manual (chap 2 . III)	Dose Maximale acceptable	1000
IH75190 Surface Wipe Sampling for Metals- NIOSH*	Zone exposée (Operational Areas)	5000

*Safety & Health Services Division - Industrial Hygiene Group Standard Operating Procedure

IH75190 (methodology described in NIOSH 9100 "Lead in Surface Wipe Samples" of the NIOSH Manual of Analytical Methods)

SEUILS INDICATIFS PROPOSÉS CHROME VI ($\mu\text{g} / \text{m}^2$)

- Campagne de mesures surfaciques sur le site d'AIRBUS NANTES (2019) / organisme accrédité (chantier de dépollution)
- Bibliographie



RESULTATS DES POSTES DE TRAVAIL

SECTEUR	Nbre	Valeur Mini	Valeur Maxi	Moyenne	Niveau surfacique		
					Bleu < 10µg/m ²	Vert 10 à 500 µg/m ²	Orange 500 à 1000 µg/m ²
Poste avion vert <0,01µg/m ³	8	7,5	294	90,40	3	5	
Poste avion orange >0,01 et <1µg/m ³	11	17,5	412	122,77		11	
Poste avion rouge >1µg /m ³	10	< 3,4	886	237,14	1	7	2
Poste atelier vert <0,01µg/m ³	4	<3,4	35,1	21,27	1	3	
Poste atelier orange >0,01 et <1µg/m ³	4	35	510*	227,87		3	1

* meuble jamais nettoyé entre 2 postes

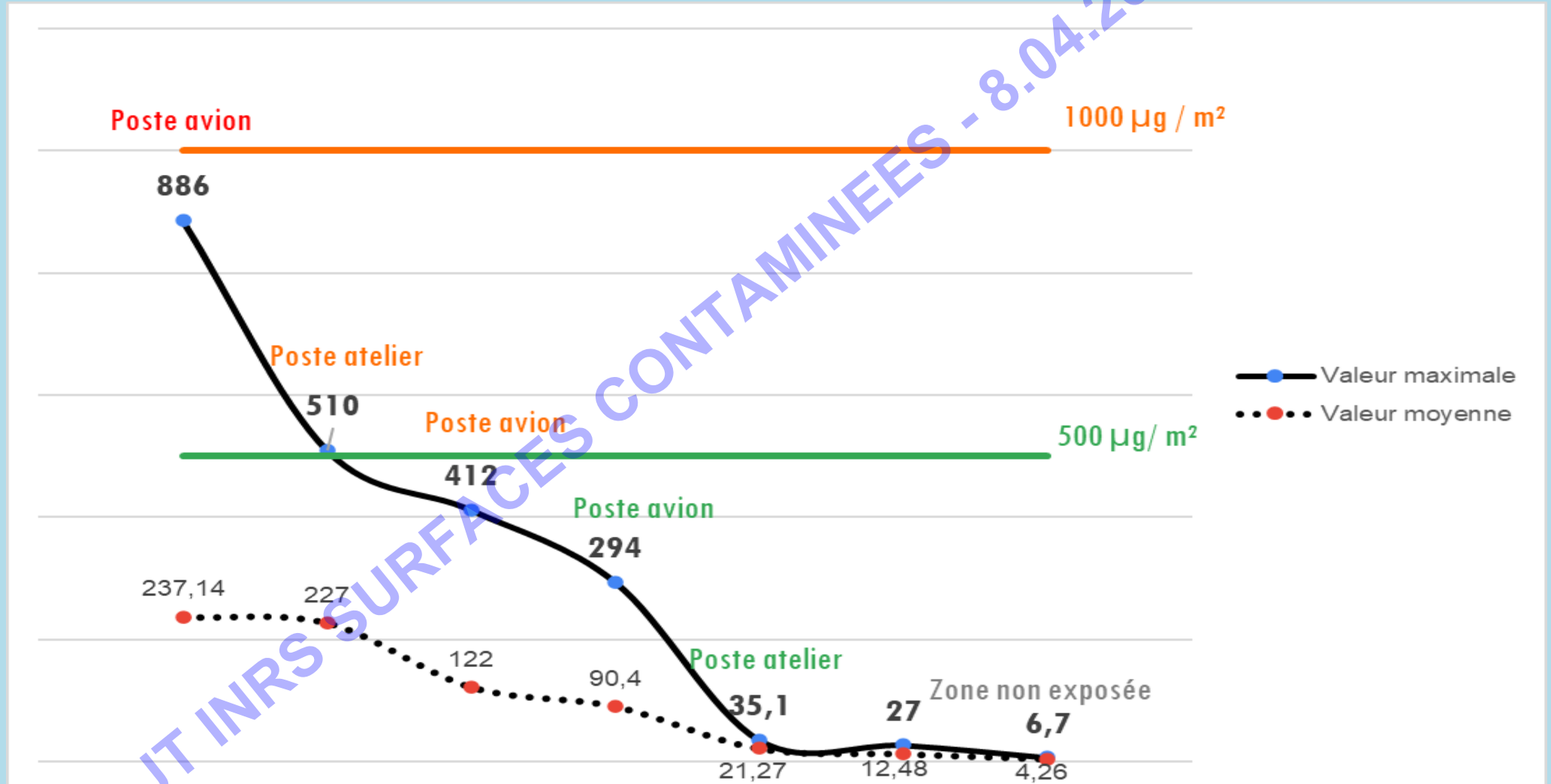
RESULTATS DES ZONES DE TRAVAIL À PROXIMITÉ DES SOURCES D'ÉMISSIONS

Secteur	Localisation	Nature de la surface	Valeur en $\mu\text{g} / \text{m}^2$	Moyenne
Poste avion vert	zone de brief d'équipe	Clavier numérique ordinateur	7,5	12,48
	zone de de brief d'équipe	Souris d'ordinateur	8,1	
	zone de brief d'équipe	Arrête du dossier du siège	4,73	
Poste avion orange	Poste 265 Cabine	Poste informatique	26,9	
	zone de brief d'équipe	Poignée micro-ondes	25,1	
Poste avion rouge	zone de brief d'équipe	Souris ordinateur	17,5	
Atelier vert	zone de brief d'équipe	Tranche siège	9,8	
	zone de brief d'équipe	Souris ordinateur	10	

RÉSULTAT : ZONES NON EXPOSÉES AU CHROME VI

Localisation	Nature de la surface	µg / m ²	Moyenne
Allée centrale bâtiment	Poignée photocopieuse	6,7	4,26
Casiers personnels Allée centrale bâtiment	Casiers de rangement vêtements de travail	3,9	
Rez de chaussée Atelier	Ecran de l'armoire de distribution des EPI A330	3,9	
Bureau médecin	Dr Bouvet	< 3,4	
Bureau médecin	Dr Ledoux	< 3,4	

RÉSULTATS



CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

- Observation d'une **concordance** entre les résultats des prélèvements **surfacciques et atmosphériques**
- Observation d'une **décroissance rapide** à une distance **proche de la zone de travail émissive**
- **Les zones de travail à proximité** des sources d'émission sont à un niveau **très faible** (biais possible : effet des règles d'hygiène liées au contexte sanitaire)
- **Perspectives :**
 - Définir un protocole **standardisé** pour
 - garantir une reproductibilité,
 - définir un indicateur de performance de la protection collective
 - valider des procédés de nettoyage.
 - **Affiner des seuils** indicatifs de niveau de contamination



**MERCI POUR VOTRE
ATTENTION**

JT INRS SURFACES CONTAMINEES - 8.04.2021