

Etat et déterminants de la QAI et exposition des salariés dans les commerces et entrepôts de logistique

ATMOSF'AIR

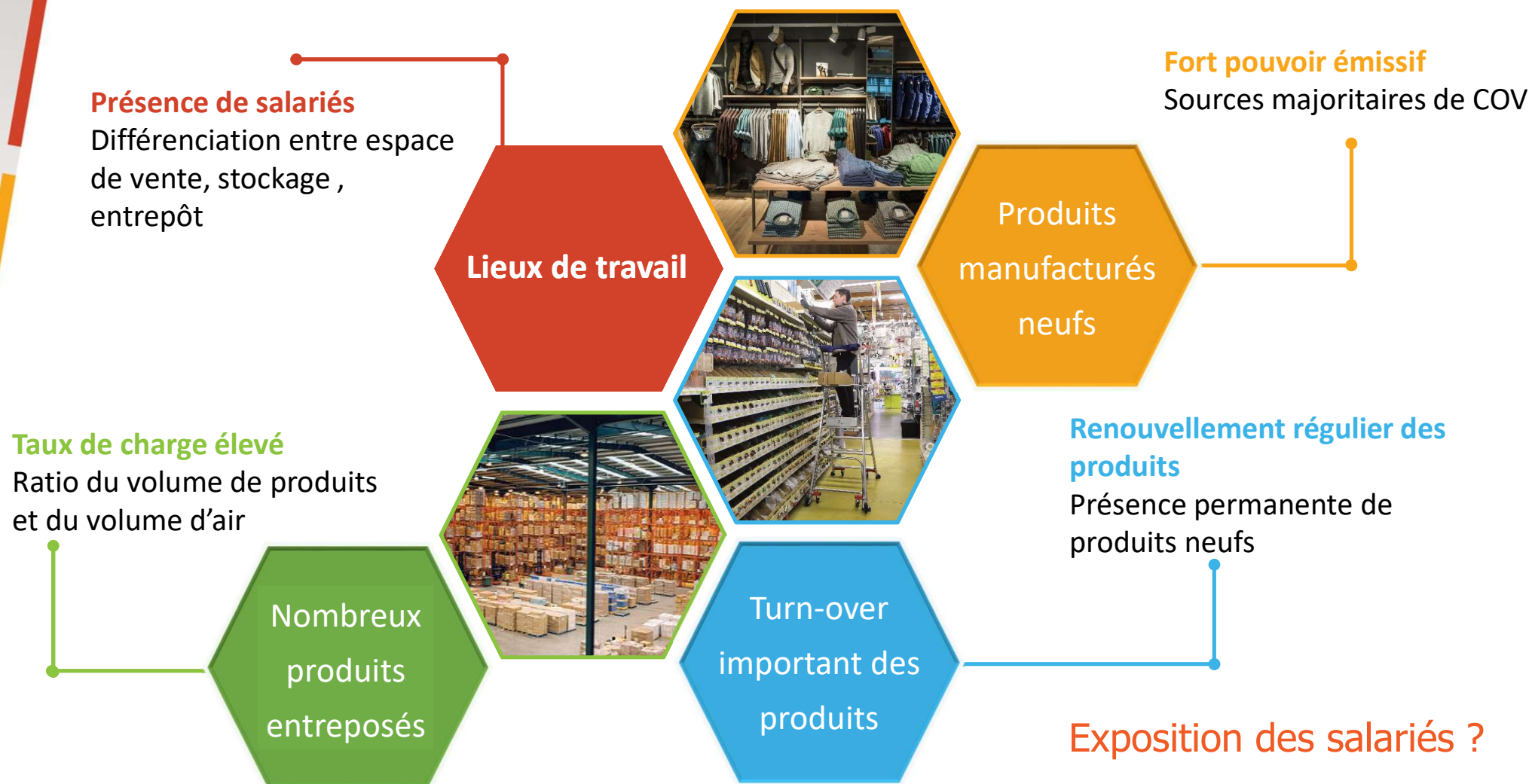
Lyon 9 & 10 octobre 2024

Notre métier,
rendre le vôtre plus sûr

Laurence ROBERT
Département IP
Laboratoire AVATAR

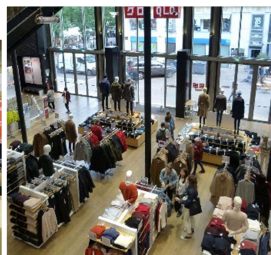
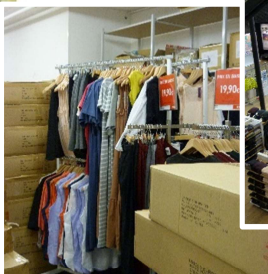
www.inrs.fr

Problématique liée aux commerces et espaces de stockage



Exposition des salariés ?

Spécificités impactant l'exposition chimique

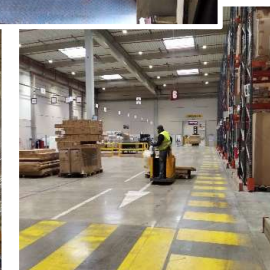
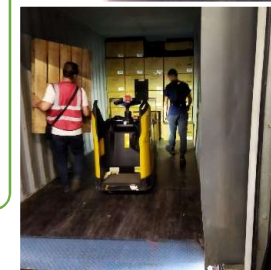


COMMERCE

- Déballage et ouverture cartons
- Impact du produit
- Différence entre espace de vente et espace de réserve
- Optimisation des stockages

ENTREPÔTS PLATE-FORMES LOGISTIQUES

- Arrivage et dépotage de conteneurs
- Impact de la tâche de travail
- Produits très souvent emballés filmés
- Taille des cellules de stockage



METHODOLOGIE et METROLOGIE adaptées aux objectifs

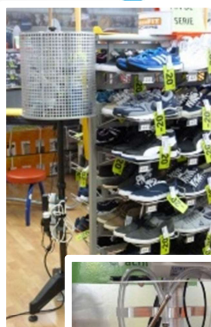
CARACTERISATION de l'AIR

Méthodologie :

- Points intérieurs et 1 extérieur
- Quantification des COV en $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Screening en eq. toluène
- Caractéristiques de l'air ($T^\circ\text{C}$, HR, v, CO_2)

Métronologie :

- Prélèvement actif sur tubes
- 6 à 8 heures
- Tubes TENAX + thermo-désorption et GC-MS
- Cartouches DNPH + HPLC



MESURES SUR SALARIE

↳ Impact d'une tâche de travail

Métronologie :

- Prélèvement actif sur tubes
- Durée de la tâche
- supports TENAX & DNPH
- PID : évolution COV totaux temps réel



IMPACT des BIENS de CONSOMMATION

Méthodologie :

- Enceinte de laboratoire
- $T^\circ\text{C}$ et HR contrôlées
- TRA contrôlé (air propre)
- Dégazage des produits
- Durée totale : 7 Jours
- Suivi en continu COV

Métronologie :

- PTR-TOF VOCUS
- Prélèvement actif sur tubes



METHODOLOGIE et METROLOGIE adaptée aux objectifs

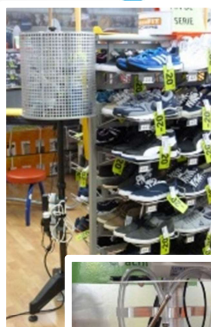
CARACTERISATION de l'AIR

Méthodologie :

- Points intérieurs et 1 extérieur
- Quantification des COV en $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Screening en eq. toluène
- Caractéristiques de l'air ($T^\circ\text{C}$, HR, v, CO_2)

Métoologie :

- Prélèvement actif sur tubes
- 6 à 8 heures
- Tubes TENAX + thermo-désorption et GC-MS
- Cartouches DNPH + HPLC



MESURES SUR SALARIE

↳ Impact d'une tâche de travail

Métoologie :

- Prélèvement actif sur tubes
- Durée de la tâche
- supports TENAX & DNPH
- PID : évolution COV totaux temps réel



IMPACT des BIENS de CONSOMMATION

Méthodologie :

- Enceinte de laboratoire
- $T^\circ\text{C}$ et HR contrôlées
- TRA contrôlé (air propre)
- Dégazage des produits
- Durée totale : 7 Jours
- Suivi en continu COV

Métoologie :

- PTR-TOF VOCUS
- Prélèvement actif sur tubes





CARACTERISATION de l'AIR dans les ENTREPÔTS de LOGISTIQUE et les COMMERCEs



COMMERCES



RESULTATS en termes de COV présents

⇒ Plages de concentrations maximales en COV



ALDEHYDES

Formaldéhyde *											10
Acétaldéhyde *											10
Hexanal *											10

HYDROCARBURES AROMATIQUES

Toluène *											10
m/p/o-xylènes *											10
Ethylbenzène *											10
Styrène *											10
Benzène *											10
Tétrachloroéthylène *	---				---			---			7

TERPENES

α-pinène *											10
Limonène *											10
3-carène	---										4

ORGANOSILICONES

Siloxanes (D3 à D6)											9
---------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---

CETONES

Acétone	---										7
Méthyl éthyl cétone (MEK) *	---										5
Cyclohexanone											5

HYDROCARBURES

Heptane *	---										6
Décane *	---										5
Hexane	---										2
2-méthyl pentane	---										4
3-méthyl pentane	---										4
2-méthyl hexane	---										3
3-méthyl hexane	---										3

ESTERS

Butyl acetate *	---										7
Ethyl acetate *	---										4

AMIDE

Diméthylformamide											1
-------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---

< LQ

> LQ - 50

50 - 100

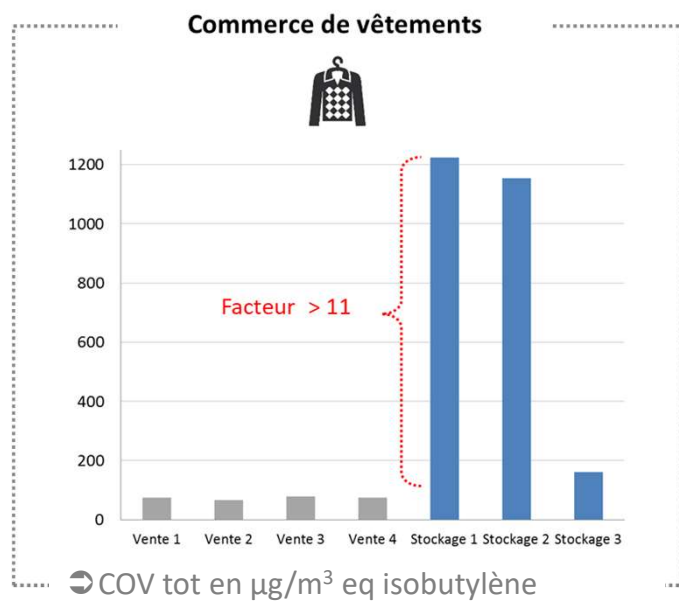
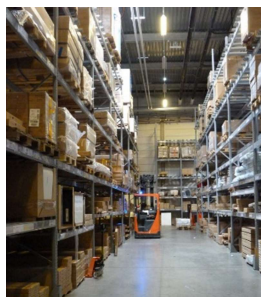
100 - 500

> 500

En µg/m³

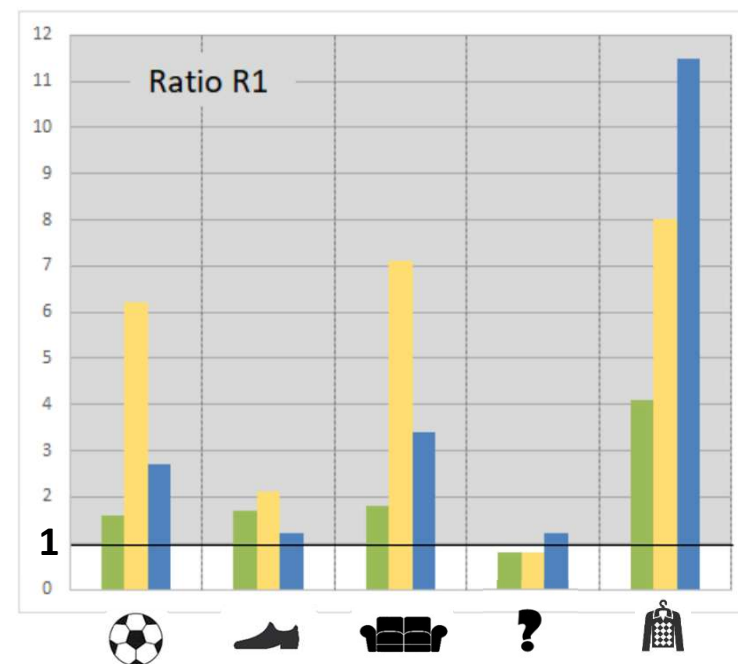
COMMERCE

Les zones de «réserves» plus polluées



$$R_1 = \frac{C_{stock}}{C_{vente}}$$

- **Formaldéhyde**
- **Toluène**
- **COV totaux**



ENTREPÔTS



RESULTATS pour quelques COV



Pneumatique



Mobilier intérieur et extérieur & déco



Fourniture maison

en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

	E1	E6	E2	E3	E5	E4	E7	Repère considéré
PM_{TOT}	258,3	33,4	50	67,7	437	87,4	391	CONC. PSES : 4000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Formaldéhyde	9,2	n.m	24,4	15,7	36,4	44,5	15,9	VGAI : 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
acétaldéhyde	3,9	n.m	5,7	15,7	12,9	33,2	n.m	
Hexanal	---	n.m	13,2	34,7	15,4	33,8	n.m	
Toluène	29,9	83,9	4,4	3,9	18,4	5	2,6	VGAI : 20 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Σ Xylènes	67,2	247	7,6	2,2	40,5	25,5	n.m	
Styrène	87,9	293	5,4	1,2	28,3	21,1	n.m	
Σ Terpène	6,6	n.m.	83,2	224,4	208,5	202,7	n.m	
COV* totaux en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ éq. toluène	1584	5437	206	396	549	293	485	Arrêté étiquetage : 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

ENTREPÔTS



RESULTATS pour quelques COV



Pneumatique



Mobilier intérieur et extérieur & déco



Fourniture maison

en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

COV* totaux en
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ éq. toluène

E1	E6	E2	E3	E5	E4	E7	Repère considéré
1584	5437	206	396	549,2	293	485	Arrêté étiquetage : 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Composés	Effets sur la santé	Teneur en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Valeur repère
• MIBK	⇒ CMR	~ 1500	VLEP _C : 83 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
• Aniline	⇒ CMR	~ 500	VLEP _I : 7 740 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
• Benzothiazole	⇒ CMR suspecté	~ 350	---
• Styrène	⇒ Nocif par inhalation , irritations oculaires et cutanées, nuisible pour le fœtus, atteinte auditive	~ 300	VLEP _I : 100 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
• m, p, o xylènes	⇒ Mention peau	~ 250	VME : 221 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
• Cyclohexanone	⇒ Nocif par inhalation	~ 500	VLEP _C : 40 800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

- ⇒ Effet cocktail ?
- ⇒ Prise en compte de la plainte des salariés

COMMERCE

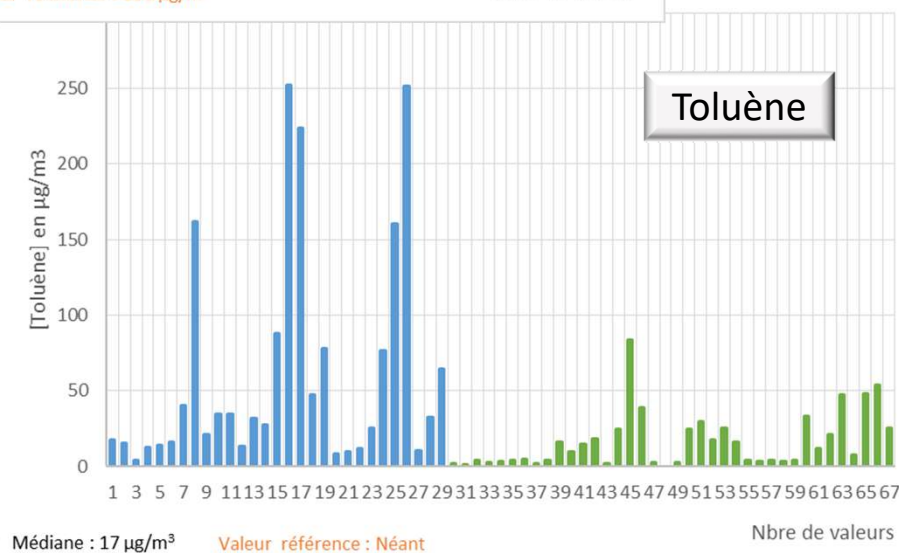
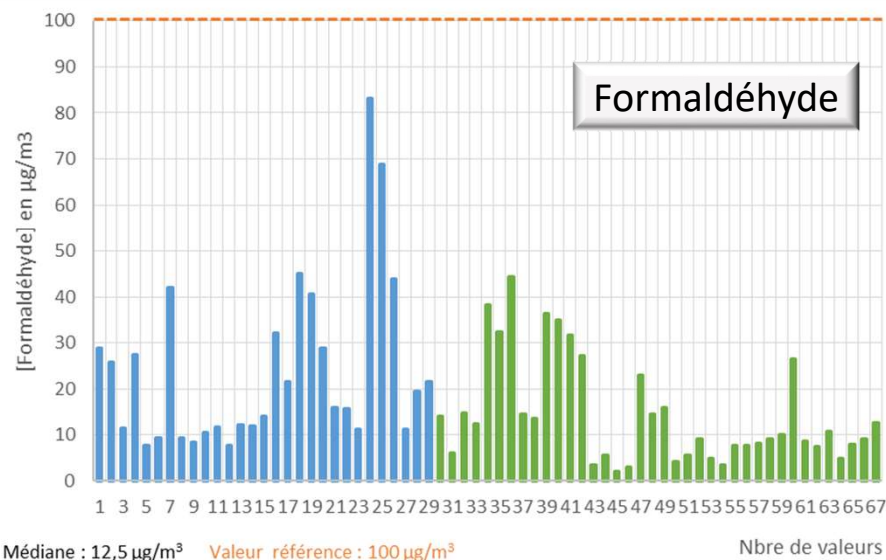
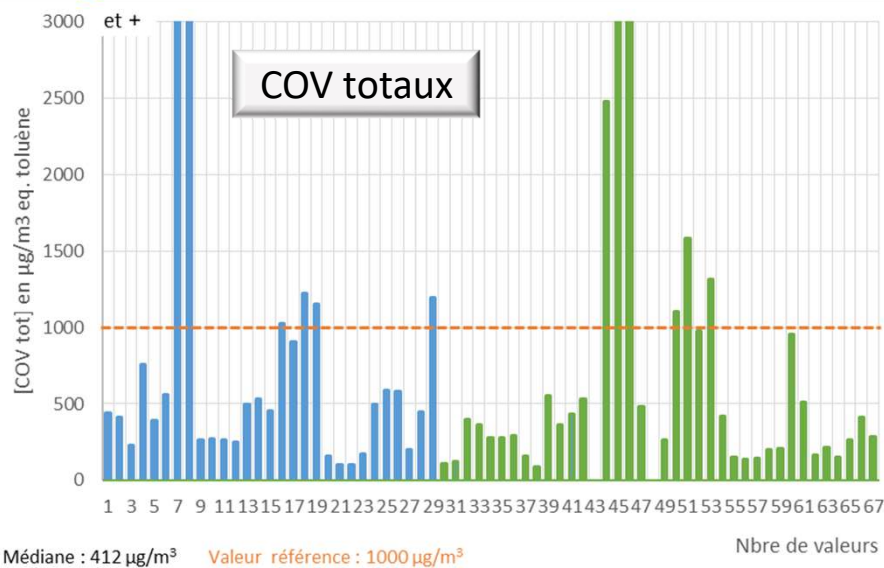


ENTREPÔTS



⇒ Lieux d'entreposage uniquement

COMMERCE versus ENTREPÔTS de LOGISTIQUE





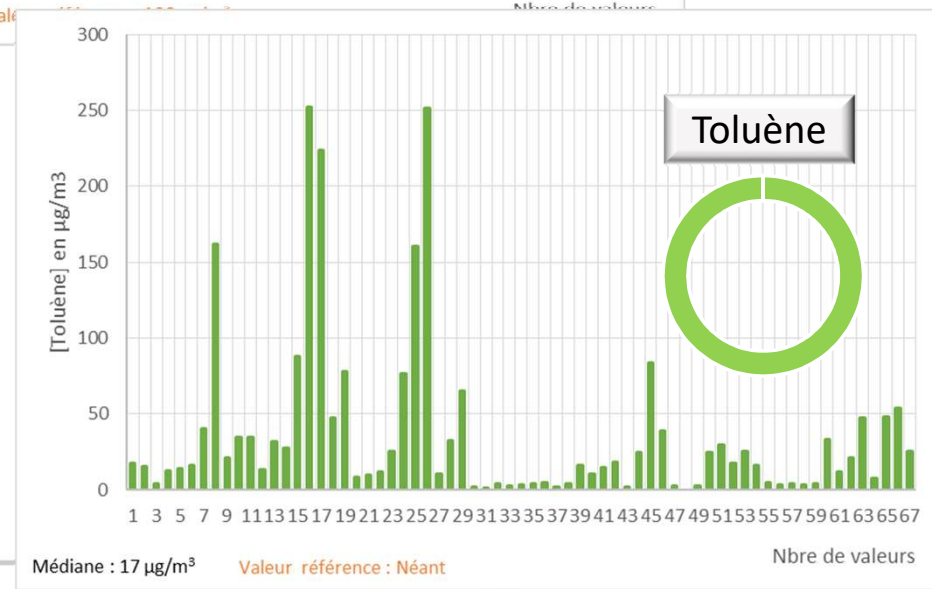
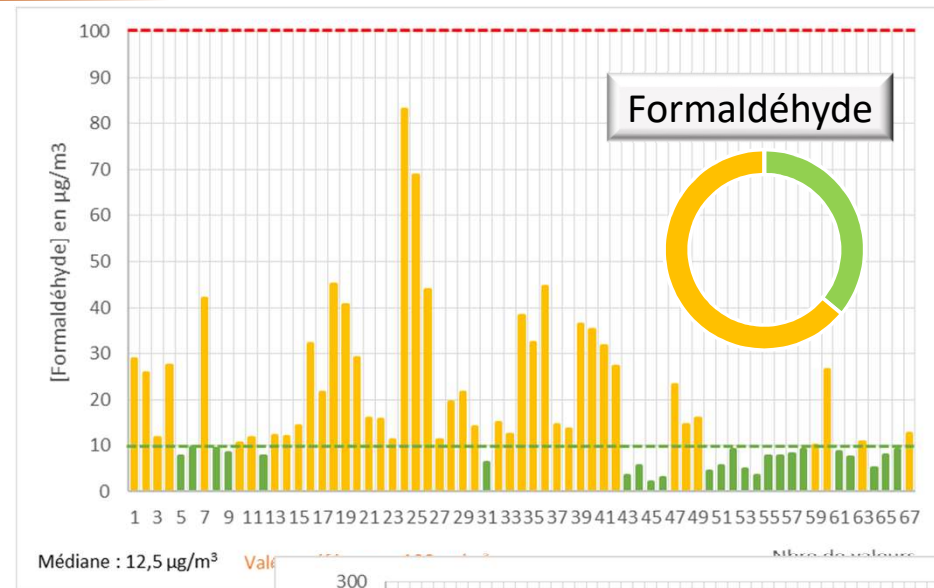
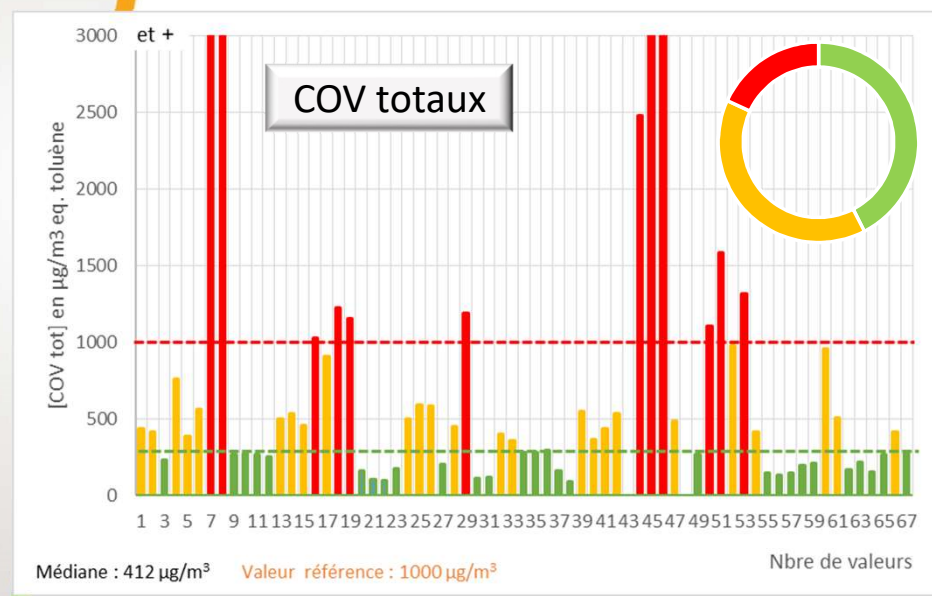
Valeurs satisfaisantes

Valeurs pouvant être améliorées

Valeurs insatisfaisantes

⇒ Lieux d'entreposage uniquement

COMMERCES versus ENTREPOTS de LOGISTIQUE



Conclusions spécifiques

COMMERCES



➔ Une signature chimique spécifique à chaque produit commercialisé

- Hydrocarbures
- Terpènes (alpha-pinène, limonène, 3-carène)
- Toluène
- Siloxanes (imperméabilisants pour tissus)

➔ Des gammes de concentrations très étendues

- Σ COV tot de quelques 10^{aine} $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à plusieurs mg/m^3

➔ Une occurrence systématique de certains COV

- Toluène ~ 1 à 250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Formaldéhyde ~ 5 à 85 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

➔ Des concentrations inférieures aux VLEP

- Se rapprochant des VGAI (formaldéhyde)

➔ Disparité entre zone de vente et zone de stockage

ENTREPÔTS



PLATE-FORMES LOGISTIQUES

➔ Des niveaux équivalents excepté le toluène

- Toluène plus significativement présents dans les réserves de commerces que dans les entrepôts

➔ Impact de l'emballage des produits : effet barrière

- Entrepôt de **pneumatique** Vs autres entrepôts du panel

➔ Problématique poussière PSES

- Mesure > 10^{ième} de la CM de PSES (~450/4000)
- Plainte de salariés
- Mesure sur quai de dépotage > 5000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

➔ Emergence de CMR : aniline, MIBK, fumigants

➔ Impact de la tâche de travail

- Dépoteur
- Préparateur
- Agents administratifs

ENTREPÔTS



Mobilier intérieur et
extérieur & déco

Exemple d'impact de la tâche de travail

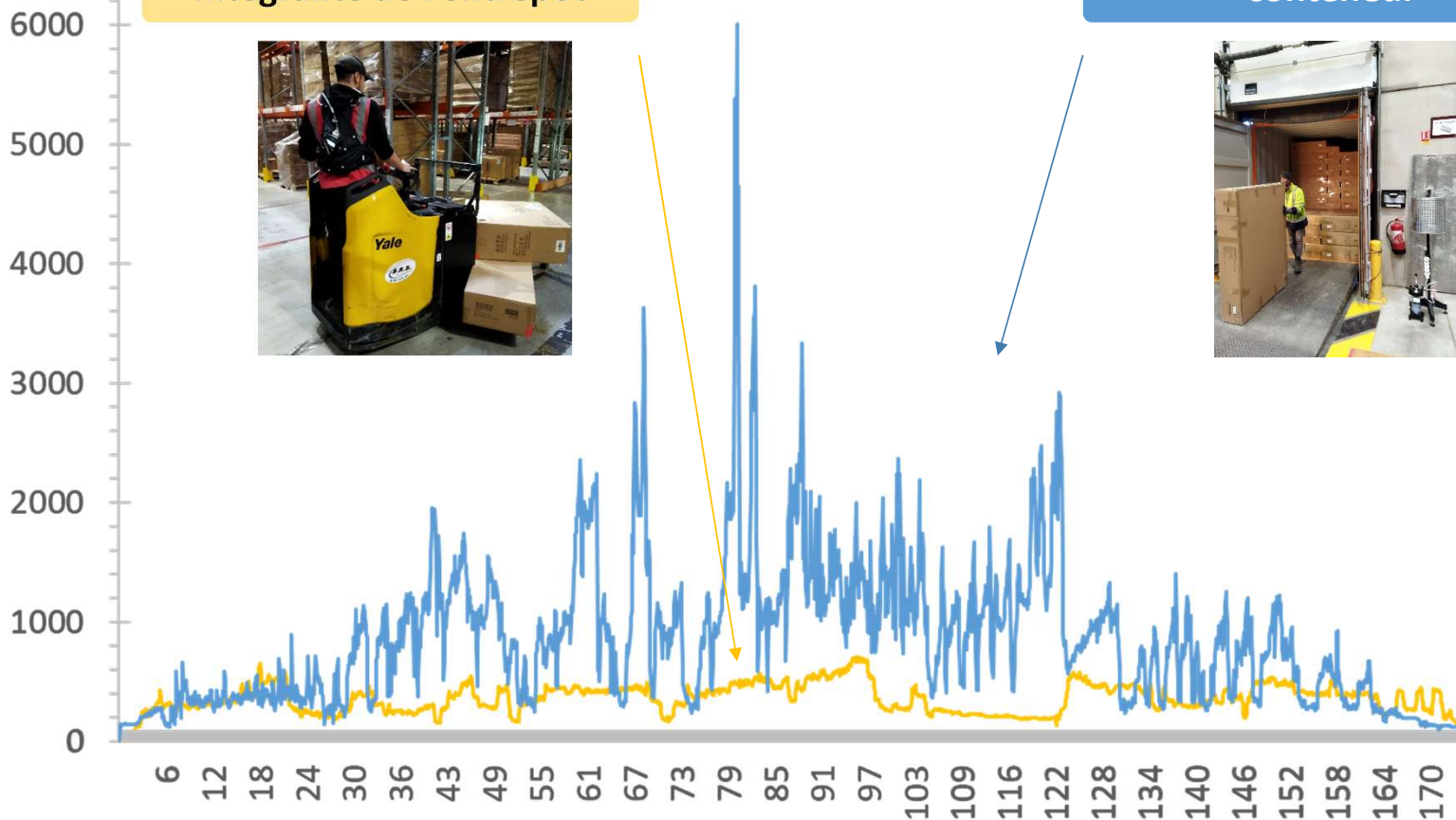
Préparateur
intégralité de l'entrepôt



Dépoteur
conteneur



COV total en ppb éq isobutylène



Temps en minutes

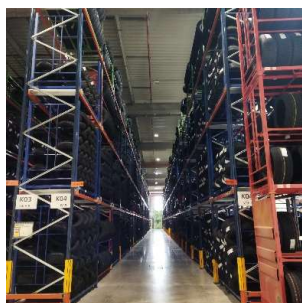


ENTREPÔTS

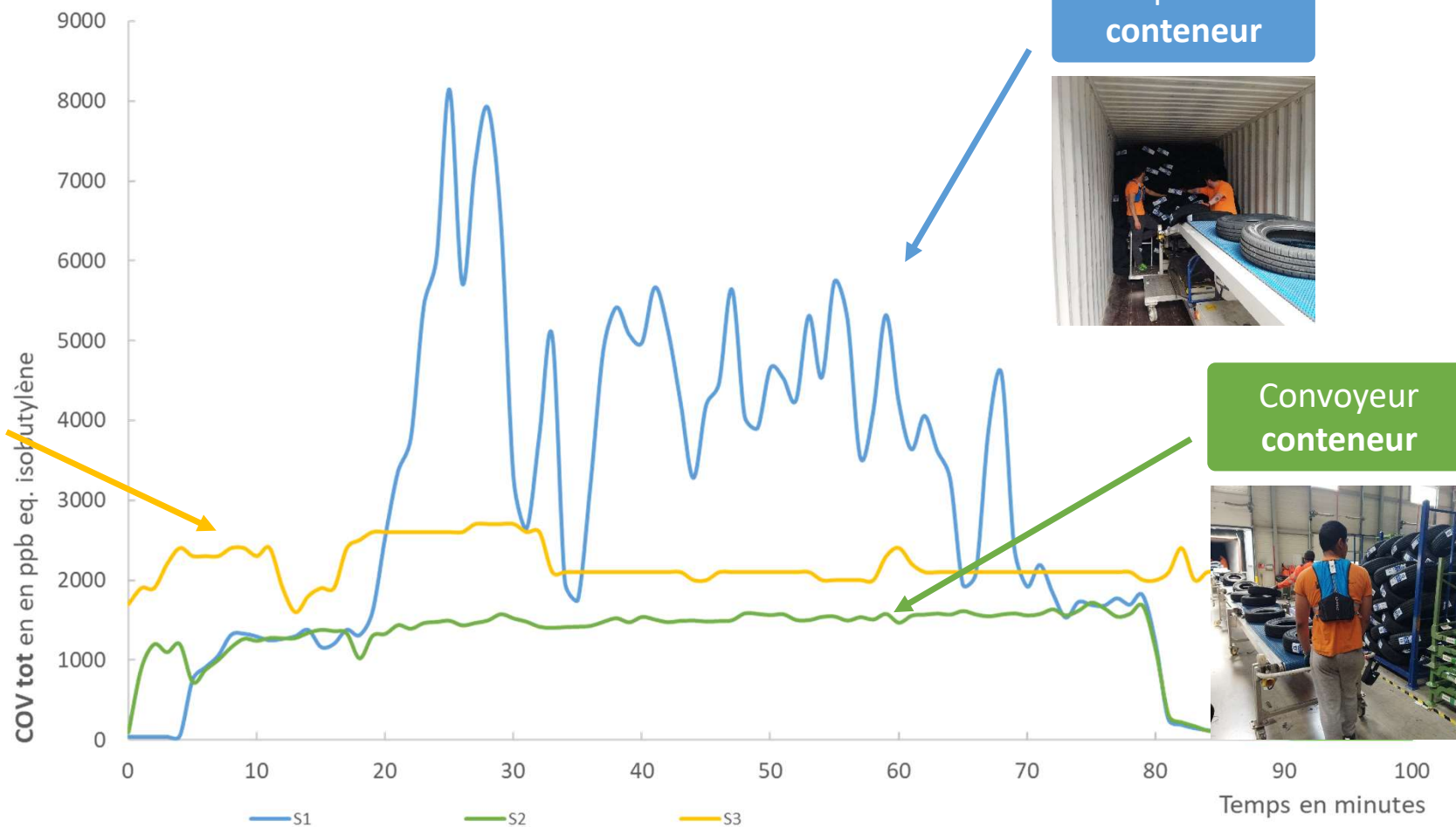


Pneumatique

Préparateur



Exemple d'impact de la tâche de travail



Entrepôts : quelle exposition pour les salariés ?



Mesures sur salarié
Concentrations en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Salarié qui travaille dans
une **zone de déchargement**



MESURES sur SALARIE



1,8

75,6

COV* totaux

157

7427

Salarié qui travaille dans
l'**intégralité de l'entrepôt**



MESURES sur SALARIE



15,1

65,7

500

5386

Salarié qui dépose un
conteneur



MESURES sur SALARIE



50,8

184

1280

8188

Entrepôts : quelle exposition pour les salariés ?



① Métrologie différente : SIFT-MS

Composé / CAS en $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Valeur repère VLEP/VGAI*	Salarié dépoteur
Benzène	71-43-2	1650	255
Chloropicrine	76-06-2	700	1140
Formaldéhyde	50-00-0	100 *	2012
Bromure de méthyle	74-83-9	20000	544
Chlorométhane	74-87-3	42000	1247
Phosphine	7803-51-2	140	306
Styrène	100-42-5	100000	1021
Toluène	108-88-3	20000 *	2521
Les xylènes	1330-20-7	216769	1734
Aniline	62-53-3	7740	9129
Benzothiazole	95-16-9		110
MIBK	108-10-1	83000	9980
Cyclohexanone	108-94-1	40800	401
Ethanol	64-17-5	1900000	77890

Salarié qui dépose un
conteneur



MESURES
sur
SALARIE



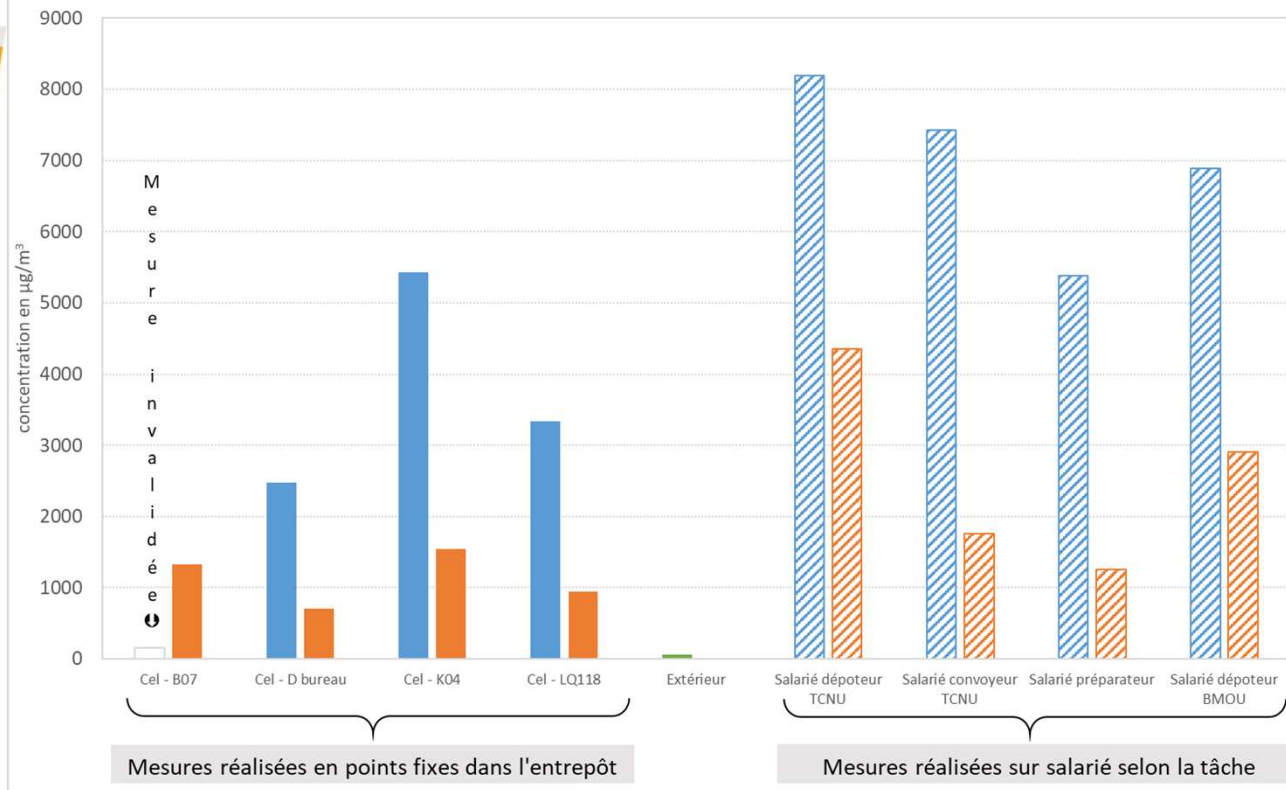
184

8188

Entrepôts : quelle exposition pour les salariés ?



① Différence entre mesures ambiantes et mesure sur salariés



Salarié d'un entrepôt de pneumatiques







MESURES
sur
SALARIE



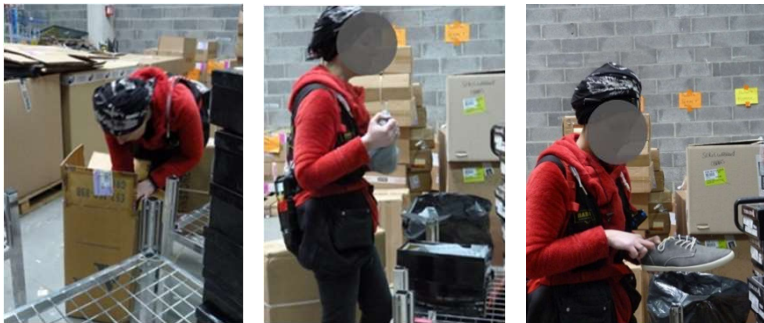
184

8188

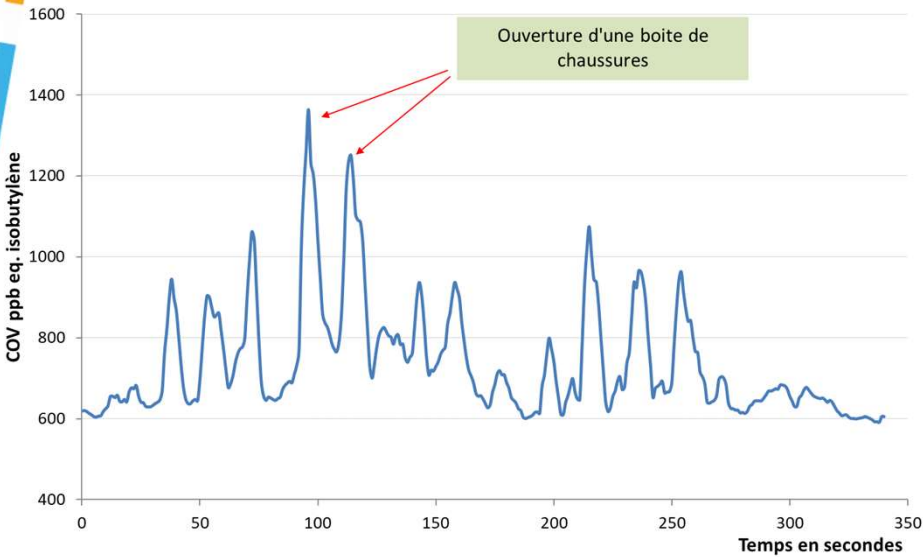
  COV tot / MIBK en AMBIANCE

  COV tot / MIBK sur SALARIE

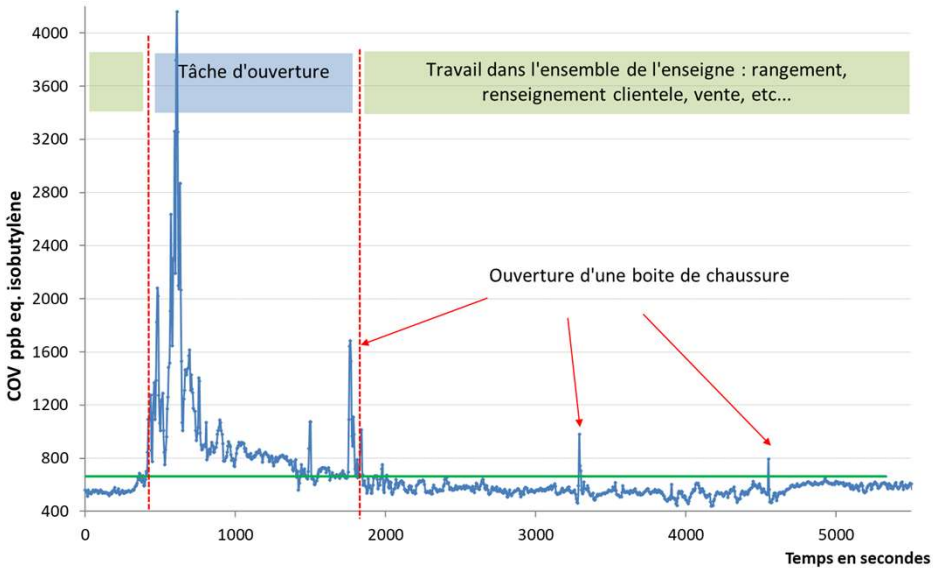
Exemple d'impact de la tache de travail



Déballage et ouverture d'un lot de boîtes de chaussures



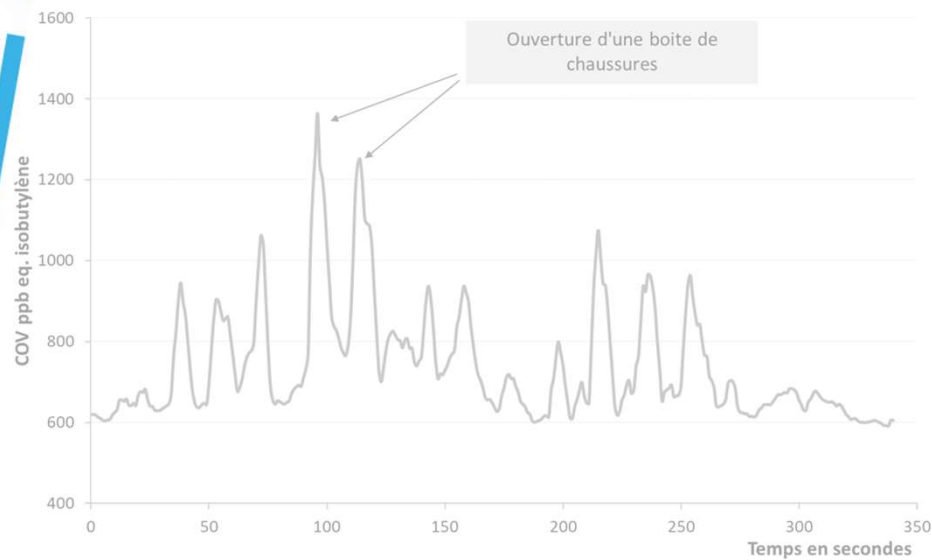
Réception d'une livraison de cartons de chaussures



Exemple d'impact de la tâche de travail

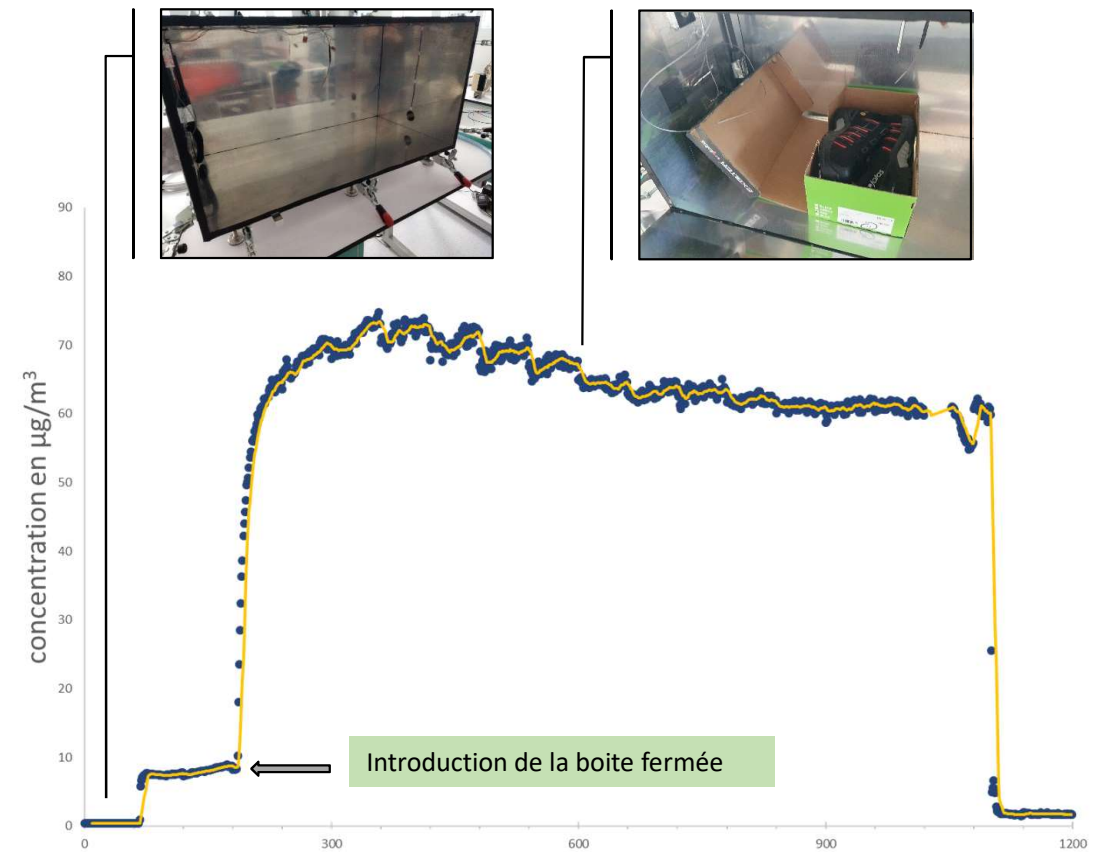


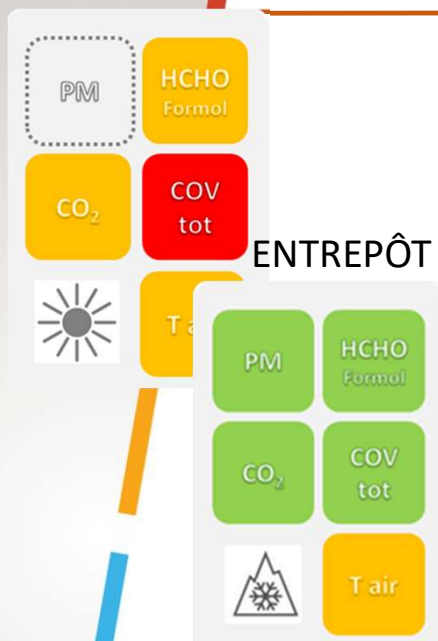
Déballage et ouverture d'un lot de boîtes de chaussures



Impact de l'ouverture d'une boîte de chaussure sur les émissions de COV

Exemple de l'acétone





- ❑ Résultats plus complets dans les revues suivantes :

⇒ Commerces exclusivement

- ❑ Développement d'un outil d'aide à l'évaluation de la QAI et confort thermique dans ces locaux

⇒ dans un but de prévention contre le risque chimique

⇒ Outil prévisionnel basé sur des indicateurs clés et pertinents pour la QAI

⇒ Outil à enrichir des taux d'émission (essais en cours)

- ❑ Travail d'approfondissement des émissions de COV issus des pneumatiques





REMERCIEMENTS PARTICULIERS

Equipe INRS : Mme Jennifer KLINGLER et M Romain GUICHARD

Partie sur les « commerces »: CSTB et IMT Nord-Europe

Ensemble des entreprises ayant accepté de nous recevoir pour les campagnes de mesures



Merci de votre attention

Notre métier, rendre le vôtre plus sûr

www.inrs.fr

YouTube

