



Pollution dans l'air intérieur de logements résultant de l'activité d'établissements de nettoyage à sec et d'établissements de manucure, « ongleries »

Auteurs :

**L. SCHANG, G. GOUPIL, L. PAILLAT, G. THIAULT ,,
Laboratoire Central de la Préfecture de Police**

Présentation du LCPP

Le LCPP se situe au cœur d'un territoire local d'importance nationale : Paris et la petite couronne

Il est chargé de responsabilités « municipales » du fait du statut particulier de la capitale et de la petite couronne, au niveau de l'hygiène, de la salubrité et de la sécurité.

Des spécialités appliquées :

- électrotechnique & prévention incendie
- explosifs
- pollutions & nuisances en milieu urbain
- physique-chimie,

PLAN

- Première partie: pollution de logements résultant de l'activité de « pressings »
 - Généralités et données sur le tétrachloroéthylène
 - Bilan des mesures dans des logements situés à proximité d'établissements de nettoyage à sec
 - Études selon différentes configurations
 - Études avant et après travaux de mise en conformité
 - Sources d'émissions et voies de transfert possibles

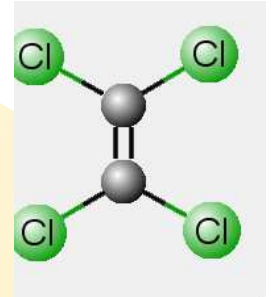
PLAN

- Deuxième partie: pollution de logements résultant de l'activité « d'ongleries »
 - Généralités et données sur les substances identifiées dans ces établissements: méthacrylate de méthyle, méthacrylate d'éthyle et acétate d'éthyle
 - Enquêtes réalisées entre 2010 et 2012
 - Présentation de cas particuliers dans des logements Parisiens

Première partie: pollution de logements résultant de l'activité de « pressings »

- Données sur le tétrachloroéthylène
 - Usage
 - Voies d'absorption
 - Toxicité
- Bilan des mesures dans des logements à proximité de « pressing »
 - Méthodes de mesure
 - Résultats statistiques
- Étude selon des configurations différentes
- Sources et voies de transfert identifiées

Données sur le tétrachloroéthylène



■ Principaux usages

Nettoyage à sec

Dégraissage des métaux

■ Polluant ubiquitaire

Pollution active des logements

- Vêtements nettoyés à sec

Pollution de voisinage

- Pressings

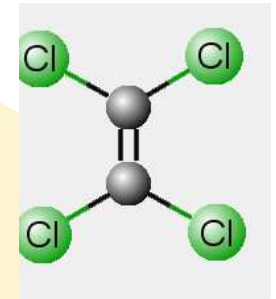
Pollution des sols

- Installations artisanales ou industrielles

Observatoire de la qualité de l'air intérieur

- Médiane : $1,4 \mu\text{g.m}^{-3}$
- 95^{ème} percentile : $7,4 \mu\text{g.m}^{-3}$

Données sur le tétrachloroéthylène



■ Solvant volatil

Synonyme=perchloréthylène (PCE)

Liquide incolore très volatil et très odorant qui dissout un grand nombre de substances telles que graisses, huiles, résines..

Plus de 90% des pressings l'utilisent

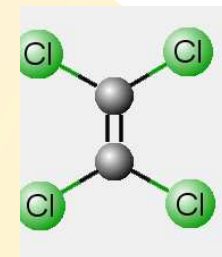
1ppm=6.90 mg/m³ ou 6900 µg/m³

seuil de perception olfactive= 7000 µg/m³

Bien absorbé par voie respiratoire

Son absorption est rapide et il est peu métabolisé, il est principalement éliminé par l'air expiré sous forme inchangée (1 à 3% sont métabolisés en acide trichloracétique).

Données sur le tétrachloroéthylène



Principaux effets sur la santé

- Irritations cutanée (en cas de contact direct), oculaire, nasale et respiratoire
- Toxicité neurologique
Les effets toxiques sont liés à sa nature lipophile, il se distribue préférentiellement dans les tissus adipeux
 - Aiguë : dépression du système nerveux central
 - Chronique : troubles mentaux organiques
- Toxicité surtout rénale et hépatique (moindre) après exposition répétée et prolongée
- Effets reprotoxiques: observés sur des travailleurs exposés: avortements spontanés, effets sur la fertilité, diminution du poids des nouveaux-nés...

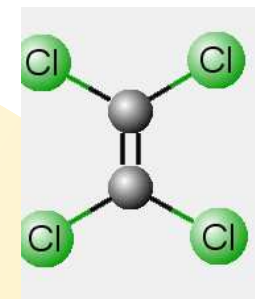
Données sur le tétrachloroéthylène

■ Cancérogénicité

- Preuves suffisantes chez l'animal
 - Mais tumeurs spécifiques des espèces
 - Rat : rein (mâles), leucémies
 - Souris : foie
- Preuves difficiles à mettre en évidence chez l'homme
 - Tumeurs de diverses localisations, variables d'une étude à l'autre
 - Difficultés liées à l'interprétation des études épidémiologiques (co-exposition avec d'autres composés)
- Classement CIRC (1995) cancérogène probable: 2A
- Classement UE (2007) cancérogène possible : 3
- Population vulnérable: insuffisant rénaux, malades hépatiques, enfants, fœtus



Données sur le tétrachloroéthylène



- Détermination valeurs toxicologiques de référence (VTR)
 - Choix effet critique
 - Toxicité rénale
 - Étude de référence
 - Étude transversale italienne (Mutti et al., 1992)
 - LOAEL : 102 mg/m³ (en fonction incertitude et application à la population générale on obtient une VTR de 243 µg/m³ arrondis à 250 µg/m³)

valeurs guides de référence		
organisme de référence	Type de valeur guide	tétrachloroéthylène en µg/m ³
OMS	long terme 1 an	250
ANSES	long terme 1 an	250
	court terme 1 à 4 jours	1380
HCSP	valeur repère qualité de l'air	250
	valeur d'action rapide	1250

Interdiction progressive



- Activité suspendue pour les pressings dont la **valeur d'action rapide de $1250 \mu\text{g}/\text{m}^3$** est dépassée dans l'air intérieur des locaux contigus occupés par des tiers
- Objectif: valeur cible de **$250 \mu\text{g}/\text{m}^3$** dans les locaux contigus
- Décret du 9 mai 2012 modifiant les VLEP
 - VLEP 8h: 20 ppm ($138 \text{ mg}/\text{m}^3$) au lieu de 50 ppm ($345 \text{ mg}/\text{m}^3$)
 - VLEP court terme: 40 ppm ($275 \text{ mg}/\text{m}^3$)

Evolution de l'arrêté du 31 août 2009

(installations classées, rubrique 2345)

- Anticipation des contrôles quinquennaux
- Ventilation imposée en permanence dans l'établissement
- Interdiction d'utilisation du PCE pour toute nouvelle installation en cas de locaux contigus occupés par des tiers ou de remplacer une machine si l'établissement existe.
- Renforcement des conditions de rejet: Interdiction à partir de 2018 si les machines ne sont pas équipées (condenseur réfrigéré, système de vidange avec charbon actif), ou 2022 si une ventilation mécanique déjà équipée de filtre à charbon actif est installée (changement des filtres tous les mois au lieu de tous les ans)

Bilan des mesures réalisées par le LCPP à proximité de « pressing »

■ Mesure du tétrachloroéthylène

Méthodes de prélèvement

■ Prélèvement par diffusion sur tube adsorbant

(NF EN 14662-5)

- Matériel : Support adsorbant (charbon actif) + corps diffusif (tube Radiello code 130)
- Durée : 24 h à 7 j



Bilan des mesures réalisées par le LCPP à proximité de « pressing »

■ Prélèvement par pompage sur tube adsorbant (NF EN 14662-2)

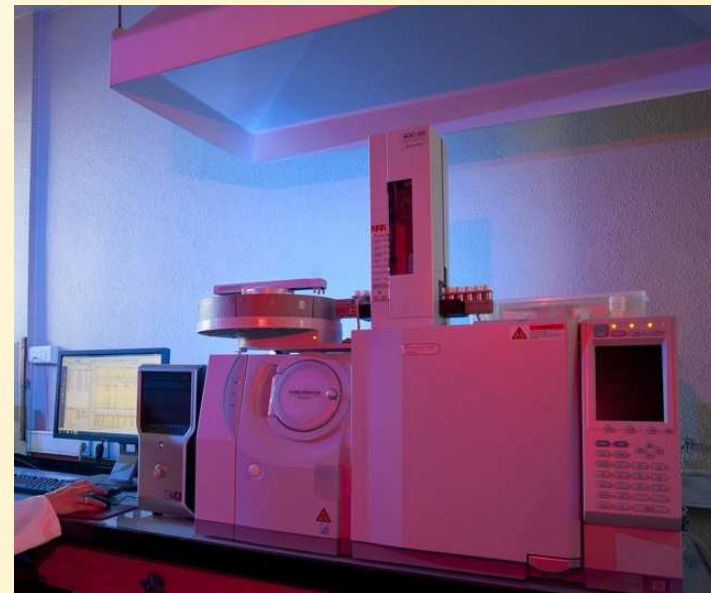
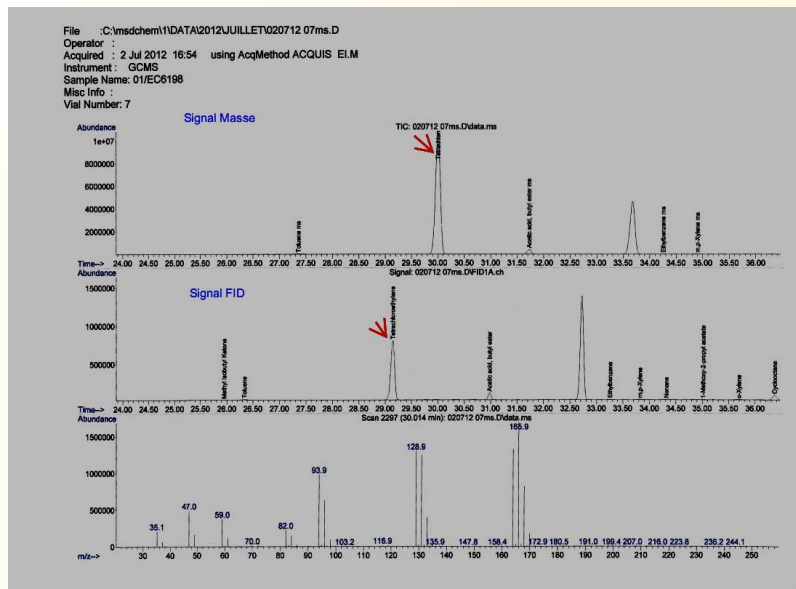
- Tube de charbon actif avec zone de mesure et zone de validation (100/50 mg)
- Matériel : Pompe de prélèvement ou régulateur de débit massique, support adsorbant (charbon actif)
- Durée : 1 h à 24 h
- Débit: 1L/min



Analyse par GC/MS/FID

Méthode d'analyse

- Désorption chimique: au disulfure de carbone
- Dosage par CPG/FID/MS: double injection, double détection



Bilan des mesures réalisées par le LCPP à proximité de « pressing »

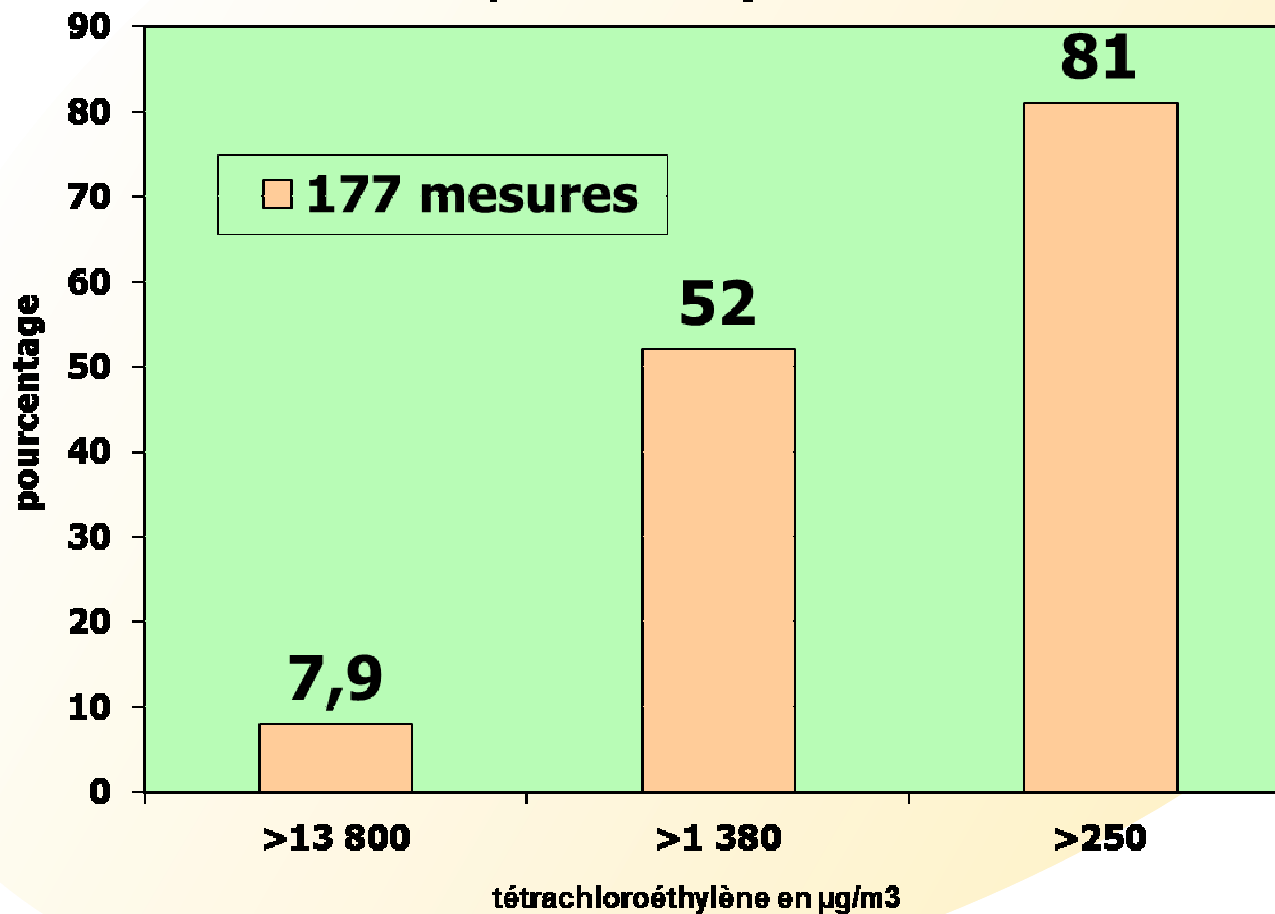
■ Statistiques

- Échantillon de 50 établissements ayant fait l'objet de plaintes.
- Statistiques sur 122 logements (177 points de mesure).

Statistiques	Concentration ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	
	Données LCPP	Données OQAI (567 logements)
Minimum	20	< 0.4
Moyenne	6 000	-
Médiane	1 500	1.4
Maximum	120 000	684
P25	390	< 1.2
P75	3 700	2.7
P90	11 000	5.2

Bilan des mesures réalisées par le LCPP à proximité de « pressing »

Pourcentage de dépassement des niveaux de concentrations en tétrachloroéthylène dans les 177 pièces de logements



Bilan des mesures réalisées par le LCPP à proximité de « pressing »

■ Configurations particulières

Configuration 1	Concentration moyenne ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Nombre de mesures	
machine en fonctionnement	840	3	différents logements
machine à l'arrêt	600	3	

⇒ Impact de l'activité sur la QAI même lorsque la machine de nettoyage à sec est à l'arrêt

Configuration 2	Concentration moyenne ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Nombre de mesures	
jour (pressing ouvert)	2 600	2	même logement
nuit (pressing fermé)	4 000	2	

⇒ Impact continu dans l'habitat. Concentrations plus élevées la nuit

Bilan des mesures réalisées par le LCPP à proximité de « pressing »

■ Configurations particulières

Configuration 3	Concentration moyenne ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Nombre de mesures	
sans machine de nettoyage à sec	3400	7	même logement

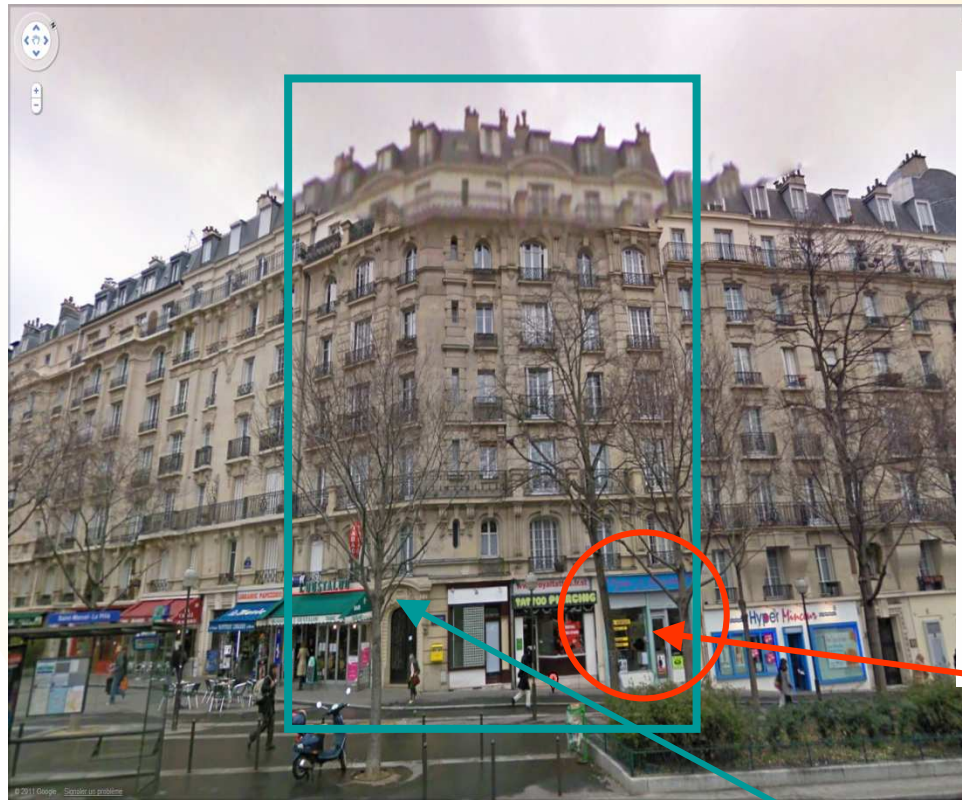
⇒ Le stockage des vêtements et les opérations de détachage manuel et repassage sont les principales sources d'émission de tétrachloroéthylène

Configuration 4	Concentration moyenne ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Nombre de mesures	
après travaux de conformité	1600	15	différents logements

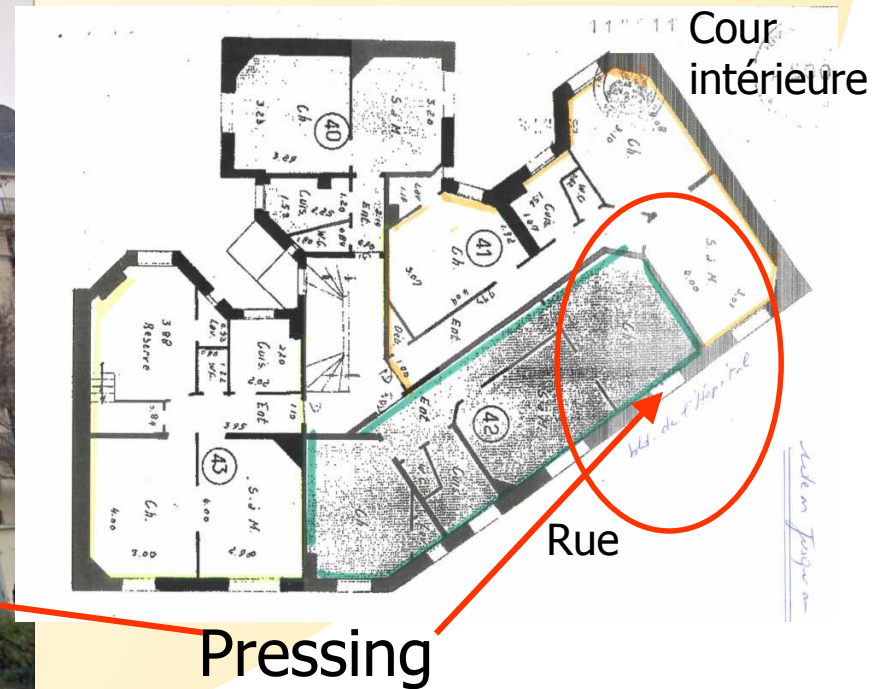
⇒ Les travaux de mise en conformité permettent d'abaisser les niveaux sans atteindre la valeur repère du HCSP

Étude de cas : dans un immeuble parisien

- Configuration de l'immeuble : immeuble d'habitations R + 7



Cour
intérieure



Cage d'escalier

Étude de cas : dans un immeuble parisien

■ Résultats (avant travaux)

- Intervention du LCPP (du 29 au 30 novembre 2010)
- Levée de doute sur le tétrachloroéthylène

Points de mesure	Concentration ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Valeur d'action rapide du HCSP ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Valeur repère de qualité d'air ($\mu\text{g.m}^{-3}$)
Rez-de-chaussée (parties communes)	3 500	1 250	250
5 ^{ème} étage	1 600		

⇒ Signalement au service des installations classées DRIEE

⇒ arrêt de l'installation + travaux de mise en conformité (étanchéité et mise en place d'une ventilation mécanique avec adsorption sur charbon actif)

Étude de cas : dans un immeuble parisien

■ Résultats après travaux de mise en conformité

Points de mesure à l'intérieur des logements de l'immeuble	Concentrations ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	
	Après installation ventilation mécanique 18 au 19 avril 2011	A la fin des travaux 8 au 9 septembre 2011
Appartement 1 ^{er} étage / rue + cour	620	530
Appartement 1 ^{er} étage rue	-	870
Appartement 2 ^{ème} étage rue	180	180
Appartement 4 ^{ème} étage	120	-
5 ^{ème} étage rue + cour	140	250
5 ^{ème} étage rue + cour	56 (1600)	-
7 ^{ème} étage	59	-

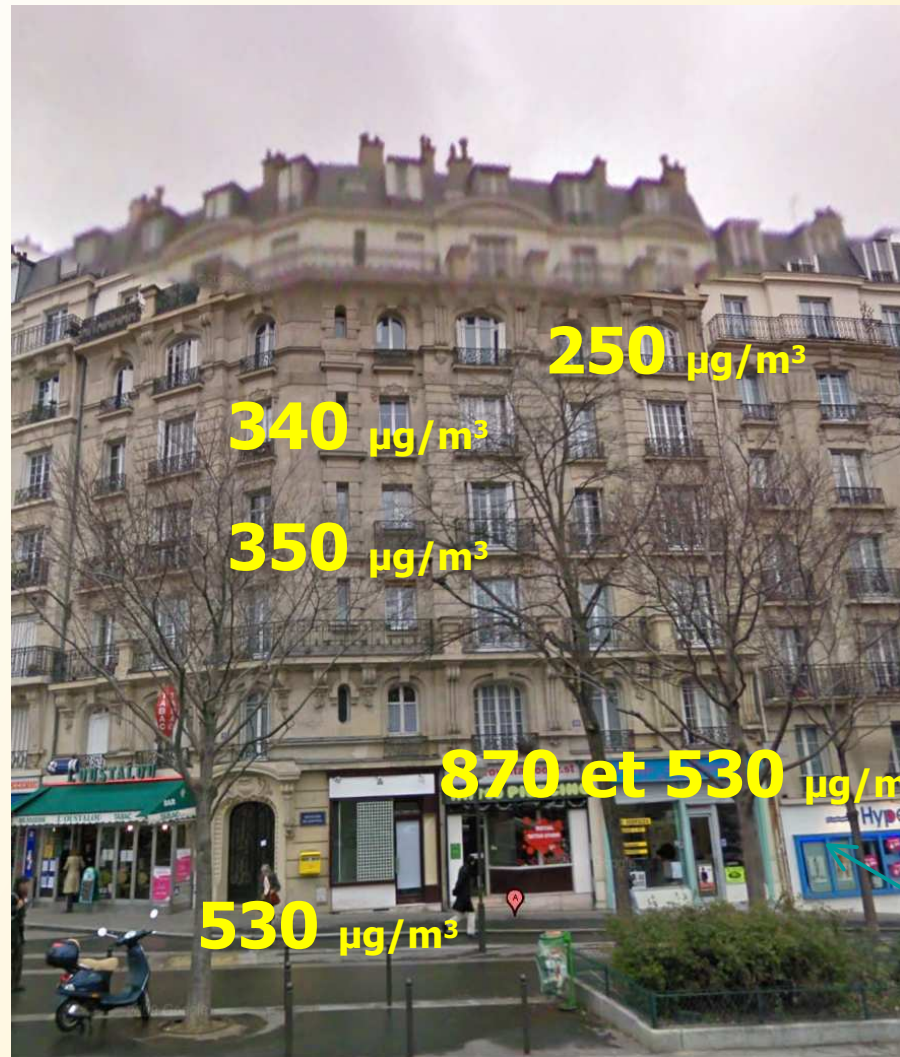
A noter que les seules opérations effectuées pendant les mesures sont le stockage et le détachage

Etude de cas : dans un immeuble parisien

■ Résultats après travaux de mise en conformité (suite)

Points de mesure		Concentrations ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	
		Après installation ventilation mécanique 18 au 19 avril 2011	A la fin des travaux 8 au 9 septembre 2011
Parties communes de l'immeuble	Sous-sol	1 300	2 000
	RDC	240	530
	Palier 2 ^{ème} étage	170	170
	Palier 3 ^{ème} étage	-	350
	Palier 4 ^{ème} étage	120	340
Extérieur	À hauteur du 1 ^{er} étage (au-dessus du rejet d'air de la ventilation)	150	2 000
	Cour intérieure	270	< LQ
Pressing	Local	-	19 800
	Sous-sol	-	11 500

Etude de cas : dans un immeuble parisien

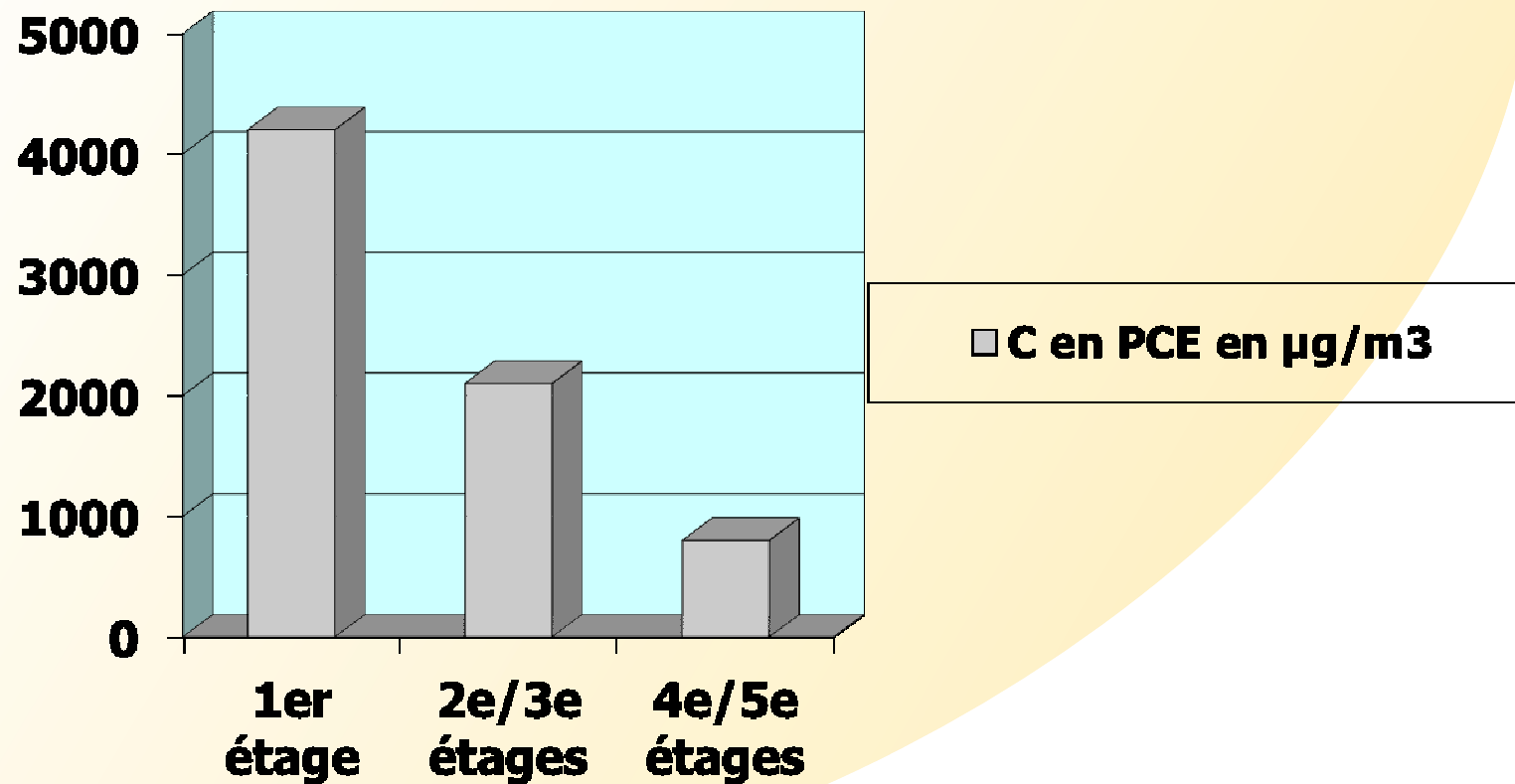


**Air ambiant
extérieur : 2 000
µg/m³**

**Rejet du
système de
ventilation**

Niveau d'exposition selon les étages

■ Étude statistique



Conclusions

■ Sources d'émissions du tétrachloroéthylène

- Machine de nettoyage à sec: mauvais entretien
- Stockage des vêtements
- Activités de détachage manuel et de repassage
- Pollution éventuelle du sous-sol et imprégnation des murs

■ Voies de transfert de l'établissement vers les logements

- par l'extérieur :
 - transfert par les ouvrants et amenées d'air permanente des logements de l'air vicié rejeté en façade et/ou ventilation du pressing par ouverture des portes. Filtres en charbon actif insuffisamment changés
- par l'intérieur :
 - transfert par les parties communes et cage d'escalier de l'air ambiant du pressing et éventuellement des caves contaminées
 - transfert dans les logements du 1er étage par les planchers non suffisamment étanches

Deuxième partie: pollution de logements résultant de l'activité « d'ongleries »

- Généralités et données:
 - méthacrylate de méthyle,
 - méthacrylate d'éthyle
 - autres substances identifiées
- Enquêtes réalisées entre 2010 et 2012 par le LCPP
- Présentation de 3 cas particuliers dans des logements Parisiens



Données méthacrylates



- Liquides volatils, incolores à odeur fruitée et âcre.
- Se polymérisent facilement par chauffage ou en présence d'acide pour former des résines transparentes
- Peu de données épidémiologiques disponibles pour estimer l'effet sur la fertilité et la reprotoxicité chez l'homme
- Les méthacrylates sont rapidement hydrolysés au niveau pulmonaire en acide méthacrylique (potentiellement tératogène)

Méthacrylate de méthyle

Principaux effets sur la santé

- **Sensibilisation cutanée** (dermite de contact, eczéma, prurit)
- **Toxicité aiguë** (données animales)
 - irritation de la peau, des fosses nasales et des yeux.
 - Effet sur la trachée, risque d'hémorragie intra-alvéolaire et d'œdème pulmonaire.
- **Toxicité chronique** (peu de données humaines)
 - Augmentation du risque de cancers du colon et du rectum).
 - Désordres neurovégétatifs: fatigue, anorexie, irritabilité...

Méthacrylate de méthyle

Valeurs de référence

- VLEP: 100 ppm (410 mg/m³) sur 8h
- Valeur toxicologique de référence au Canada: 52 µg/m³
- Absence de valeur toxicologique de référence en France
- Il a été interdit au Canada, substitution par le méthacrylate d'éthyle
- Il a été classé par le Canada dans le groupe VI de l'échelle de classification en fonction de sa cancérogénicité

Données sur le méthacrylate d'éthyle

- Pas de valeur toxicologique de référence
- Il sert de produit de substitution au méthacrylate de méthyle au Canada mais sa structure chimique similaire laisse supposer une toxicité équivalente
- VLEP (données fiche INRS): 10 ppm ou 48 mg/m³ au pays bas

Autres composés retrouvés

Principaux effets sur la santé et VLEP

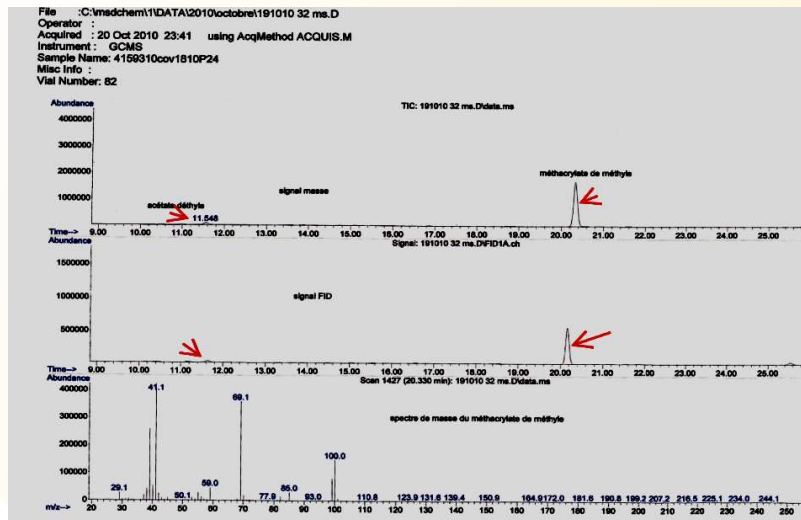
composés	Données toxicologiques	VLEP
Acétate d'éthyle	Irritation de la peau et des yeux Risque de somnolence et vertiges en cas d'inhalation Effet dépresseur de SNC à fortes doses et si la température est élevée Non classé comme mutagène ou cancérogène	-400ppm ou 1400mg/m ³ sur 8h
Acétate de butyle	Toxicité supérieure à celle de l'acétate d'éthyle Embryotoxique	-150 ppm soit 710 mg/m ³ pour 8h
MEC ou Butanone-2	Irritation de la peau et des yeux	-200 ppm ou 600 mg / m ³ pour 8h ou 300 ppm et 900 mg / m ³ pour 15 min (VLEP contraignante)

Enquêtes réalisées de 2010 à 2012

- Le LCPP a réalisé une quinzaine d'enquêtes sur cette période
- Prélèvements sur charbon actif par diffusion ou par pompage
- Recherche des méthacrylates Et et Me, des acétates d'Éthyle et de Butyle et de MEC
- Une cinquantaines de mesures par an
- Mesures dans les logements et les parties communes ainsi que dans les établissements

Prélèvements

- Prélèvements par pompage, sur 5 à 6 heures sur charbon actif: Tubes de charbon actif avec zone de mesure et zone de validation (100/50 mg)
- Prélèvements par diffusion, sur 3 jours: tubes adsorbant Radiello code 130



- Analyse après désorption au disulfure de carbone par CPG/MS/FID

RESULTATS

- Des analyses réalisées dans divers logements contigus montrent les teneurs suivantes:

composés	Teneur en $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Acétate d'éthyle	2,9 à 15 000
Acétate de butyle	1,7 à 580
MEC	2,5 à 16
Méthacrylate de méthyle	1,7 à 380
Méthacrylate d'éthyle	2,9 à 2700

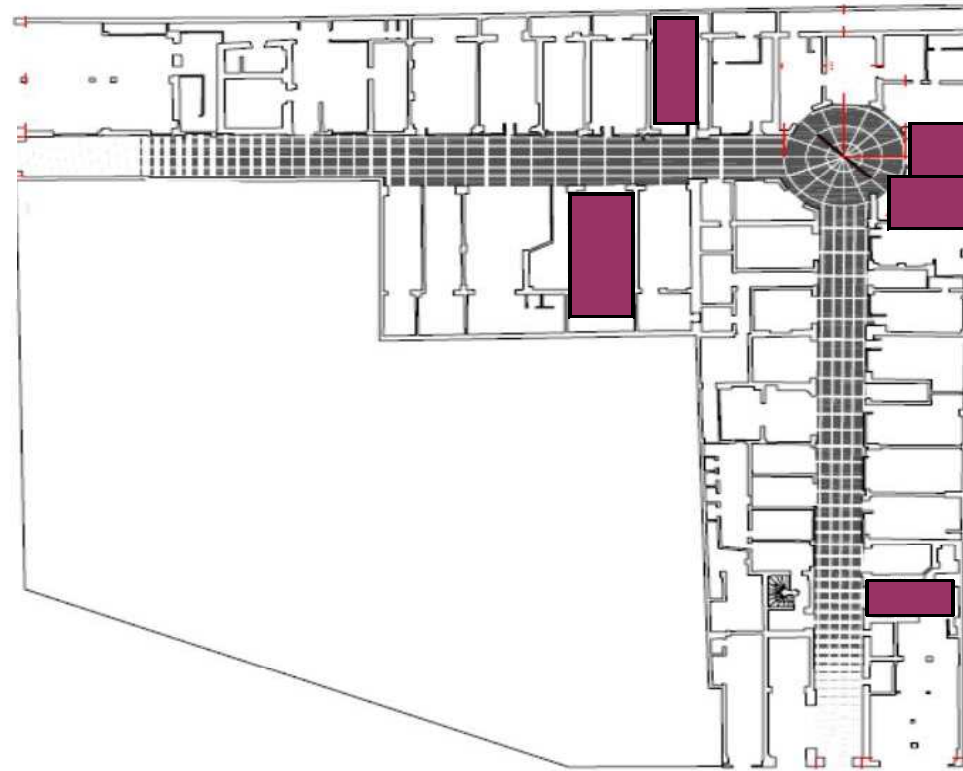
Étude de cas : Premier cas dans un passage couvert

- Mesures en plusieurs sites dans et à proximité d'un passage sous verrière à Paris
- Des immeubles d'habitation se situent de chaque côté du passage
- Au rez-de chaussée, 5 établissements présentent une activité « d'onglerie »
- Prélèvements par pompage et par diffusion sur 7 jours

Plan du passage couvert

- 5 établissements « d'onglerie » se situent dans le passage couvert (en violet sur le dessin)

Sortie sur rue



Sortie sur rue

Prélèvements sélectionnés

26 points de prélèvements:

- 9 points de mesure dans des appartements situés dans les immeubles donnant sur la verrière (air intérieur)
- 4 points de mesure dans le passage à proximité des établissements ongleries (air intérieur)
- 19 points de mesure à l'extérieur (air ambiant), à proximité directe des ailettes de ventilation de la verrière ou dans des cours intérieures.

Résultats: 1/3

Exemple de concentrations moyennes
sur 7 jours en COV en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

		Méthacrylate de méthyle	Acétate d'éthyle	Acétate de butyle
	<i>Limite de détection LD en $\mu\text{g}/\text{m}^3$</i>	0,58	0,4	0,49
	<i>Limite de quantification LQ en $\mu\text{g}/\text{m}^3$</i>	1,7	1,2	1,5
19	Ailettes de ventilation de la verrière	53	5,7	2,4
20	Appartement chambre, 1 ^{er} étage	31	9,8	2,3
21	Ailettes de ventilation de la verrière	25	3,1	< LQ
22	Passage à proximité de l'établissement 1	93	8,6	3,4
23	Passage à proximité de l'établissement 2	250	17	6,3
24	Passage à proximité de l'établissement 3	380	26	11
26	Appartement salon, 1 ^{er} étage	240	61	7,5

Résultats 2/3

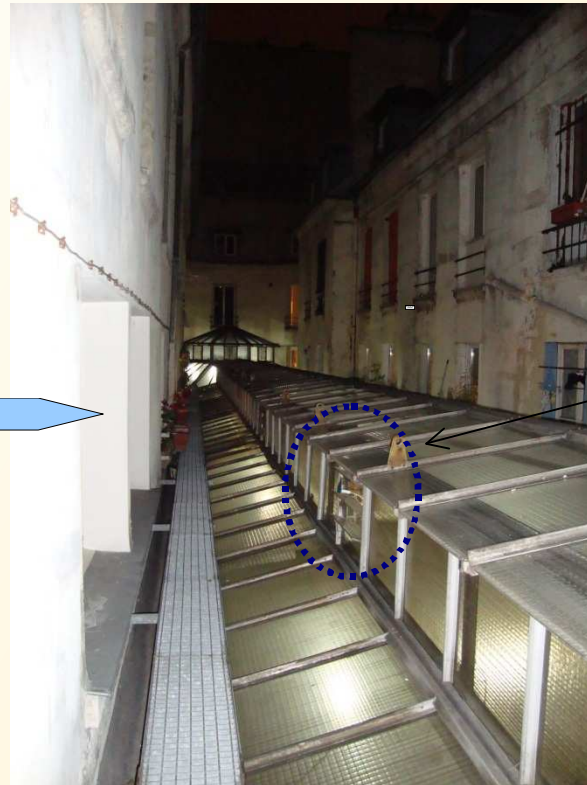
- Les concentrations anormalement élevées en méthacrylate de méthyle dans les appartements et dans le passage couvert:
 - Dans le passage, les teneurs sont comprises entre 93 et 380 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
 - 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dans le salon d'un riverain au 1^{er} étage (valeur maximale observée dans un logement)
 - 95 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ valeur maximales observée au niveau des ailettes de ventilation

Résultats 3/3

- Les mesures mettent également en évidence une élévation des teneurs en acétate d'éthyle et acétate de butyle dans le passage et dans les appartements
- $61 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (acétate d'éthyle) et $7.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (acétate de butyle) dans un appartement au 1er étage
- Les résultats mettent en évidence la diffusion des polluants vers les ouvrants des logements limitrophes notamment par les ailettes de ventilation

Diffusion vers les ouvrants des logements

Ouvrants des résidents



Ailettes de ventilation sur
les verrières à moins de
2m des ouvrants

Étude de Cas: cas n°2

- Étude de l'impact d'une « onglerie » dans des logements se situant au-dessus d'un établissement

Résultats des mesures des prélèvements actifs			Concentrations en $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
			Méthacrylate de méthyle	Méthacrylate d'éthyle	Acétate d'éthyle	Acétate de butyle
Limite de détection LD en $\mu\text{g}/\text{m}^3$			1,1	1,36	1,13	1,07
Limite de quantification LQ en $\mu\text{g}/\text{m}^3$			3,3	4,1	3,4	3,2
Appartement 1 1 ^{er} étage droite	Chambre côté cour (air intérieur)	Le 17/02/12 de 10h00 à 15h37	3,3	1000	3000	37
Appartement 2 1 ^{er} étage gauche	Séjour côté rue (air intérieur)	Le 17/02/12 de 10h31 à 15h30	<LD	180	450	6,7
Appartement 3 7 ^{ème} étage	Séjour côté rue (air intérieur)	Le 17/02/12 de 10h53 à 15h24	<LD	130	400	3,5

Résultats cas n°2: suite

Résultats des mesures des prélèvements passifs			Concentrations en $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
			Méthacrylate de méthyle	Méthacrylate d'éthyle	Acétate d'éthyle	Acétate de butyle
Limite de détection LD en $\mu\text{g}/\text{m}^3$			0,57		0,4	0,5
Limite de quantification LQ en $\mu\text{g}/\text{m}^3$			1,7		1,2	1,5
Appartement 1 1 ^{er} étage droite	Chambre côté cour (air intérieur)	Du 17/02/12 10h06 au 24/02/12 15h30	1,7	+	1500	27
	Placard entrée (air intérieur)	Du 17/02/12 10h09 au 24/02/12 15h30	7,3	+	7900	130
Appartement 2 1 ^{er} étage gauche	Séjour côté rue (air intérieur)	Du 17/02/12 10h33 au 24/02/12 15h25	<LD	+	110	4,7
Appartement 3 7 ^{ème} étage	Séjour côté rue (air intérieur)	Du 17/02/12 11h00 au 24/02/12 15h08	<LD	+	91	3,9
Cage d'escalier 1 ^{er} étage	(air intérieur)	Du 17/02/12 11h11 au 24/02/12 15h27	<LD	+	710	12
Cage d'escalier 7 ^{ème} étage	(air intérieur)	Du 17/02/12 11h00 au 24/02/12 15h16	<LD	+	420	6,9

Interprétation cas n°2:

- Les valeurs obtenues sont plus importantes au 1^{er} étage qu'au 7^{eme} étage et varient selon l'emplacement de l'appartement par rapport aux voies de transfert.
- Pollution probables par:
 - la cage d'escalier (via porte non étanche)
 - Les plafonds/planchers de l'immeuble
 - l'air ambiant côté cour et côté rue (fenêtres situées à proximité des rejets de l'onglerie).

Diffusion vers les ouvrants des logements

Evacuation d'air
vicié côté rue



Évacuation d'air
vicié côté cour

Cas n°3: logement à côté d'une onglerie

- Deuxième série de mesures après travaux d'étanchéité
- Les mesures montrent le transfert des polluants à travers le mur mitoyen entre les toilettes d'un logement et une onglerie

Résultats des mesures de COV (prélèvement actif)	Concentration en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Lieux de prélèvements	Méthacrylate d'éthyle	Acétate d'éthyle
LD en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1	0.8
LQ en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2.9	2.3
Séjour	<LD	<LD
Toilettes	2700	470

Voies de transfert de l'établissement vers les logements

➤ par l'extérieur :

- transfert par les ouvrants et amenées d'air permanentes des logements

➤ par l'intérieur :

- transfert par les parties communes et cage d'escalier de l'air ambiant des établissements
- transfert dans les logements du 1er étage par les planchers non suffisamment étanches
- transfert dans les logements mitoyens par des murs non étanches
- transfert en cas de conduits de ventilation communs

CONCLUSIONS 1/2

- Malgré la mise en conformité des pressings, leur activité a toujours un impact sur la QAI des logements.
- Les logements les plus exposés se situent au dessus des établissements, notamment au 1^{er} étage. La surveillance des logements contigus est indispensable.
- La législation de plus en plus contraignante sur l'utilisation du tétrachloroéthylène va conduire les établissements à se tourner vers des techniques alternatives.
- En 2012 le LCPP a déjà réalisé 35 études mettant en cause le PCE

CONCLUSION 2/2

- La multiplication des établissements « d'onglerie » entraîne l'arrivée de nouveaux polluants dans les logements, les méthacrylates de méthyle et d'éthyle (seuils olfactifs très bas)
- La toxicité de ces composés reste controversée, mais il reste nécessaire de vérifier l'étanchéité des logements contigus (murs, plafonds, planchers, conduits de ventilation) et de vérifier qu'il ne peut y avoir des transferts par les ouvrants.
- L'absence de valeurs de référence en France pour ces composés rend difficile l'obligation de travaux pour les exploitants.



Merci de votre attention