

RAPPORT D'ÉTUDE
DRC-08-94760-14502A

30/06/2009

**Evaluation de l'exposition aux émissions de
tétrachloroéthylène par une installation
française de nettoyage à sec**

INERIS

maîtriser le risque |
pour un développement durable |

Évaluation de l'exposition aux émissions de tétrachloroéthylène par une installation française de nettoyage à sec

Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire

Liste des personnes ayant participé à l'étude :

Sébastien FABLE, Direction des Risques Chroniques (DRC), Pôle Caractérisation (CARA), Unité Chimie, Métrologie et Essais (CIME)

Laura CHIAPPINI, Direction des Risques Chroniques (DRC), Pôle Caractérisation (CARA), Unité Chimie, Métrologie et Essais (CIME)

PRÉAMBULE

Le présent rapport a été établi sur la base des informations fournies à l'INERIS, des données (scientifiques ou techniques) disponibles et objectives et de la réglementation en vigueur.

La responsabilité de l'INERIS ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes ou erronées.

Les avis, recommandations, préconisations ou équivalents qui seraient portés par l'INERIS dans le cadre des prestations qui lui sont confiées, peuvent aider à la prise de décision. Etant donné la mission qui incombe à l'INERIS de par son décret de création, l'INERIS n'intervient pas dans la prise de décision proprement dite. La responsabilité de l'INERIS ne peut donc se substituer à celle du décideur.

Le destinataire utilisera les résultats inclus dans le présent rapport intégralement ou sinon de manière objective. Son utilisation sous forme d'extraits ou de notes de synthèse sera faite sous la seule et entière responsabilité du destinataire. Il en est de même pour toute modification qui y serait apportée.

L'INERIS dégage toute responsabilité pour chaque utilisation du rapport en dehors de la destination de la prestation.

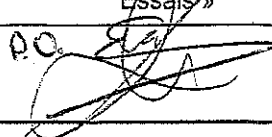

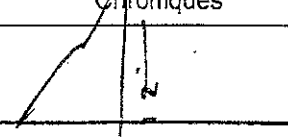
	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	Laura CHIAPPINI	Marc DURIF	Dominique GOMBERT
Qualité	Ingénieur à l'unité « Chimie, Métrologie, Essais »	Responsable de l'unité « Caractérisation des milieux »	Directeur adjoint Direction des Risques Chroniques
Visa			

TABLE DES MATIÈRES

1. ACRONYMES	5
2. RESUME	7
3. INTRODUCTION ET CONTEXTE DE L'ETUDE	9
3.1 Le tétrachloroéthylène (INERIS, 2006)	9
3.2 Le nettoyage à sec : principe	9
3.3 Contexte normatif et réglementaire.....	10
4. CAMPAGNE DE MESURE : IDENTIFICATION DE L'INSTALLATION	11
4.1 Organisation de la campagne de mesure	11
4.2 Présentation du pressing	11
4.3 Présentation de l'immeuble et des appartements	14
4.4 Points de prélèvement	14
5. RESULTATS	17
5.1 Concentrations en perchloroéthylène mesurées dans le pressing.....	17
5.2 Concentrations en perchloroéthylène mesurées à l'extérieur	18
5.3 Concentrations en perchloroéthylène mesurées dans les appartements et sur le palier	18
6. CONCLUSION	21
7. REFERENCES	23
8. ANNEXES	25

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Emplacement des points de prélèvement des tubes passifs. En chaque point, les prélèvements sont doublés et en certain point marqués d'un * un tube « blanc » est exposé.	14
Tableau 2 : Concentrations en perchloroéthylène (mg m^{-3}) en chaque point de mesure (incertitude 30 %). En vert les mesures réalisées en extérieur.	17
Tableau 3 : Comparaison des résultats obtenus dans les pressings pour les campagnes, menées entre 2005 et 2008. CA : Charbon actif, V MC : Ventilation Mécanique Contrôlée	17
Tableau 4 : Comparaison des résultats obtenus dans les appartements et sur les paliers pour les campagnes, menées entre 2005 et 2008. CA : Charbon actif, V MC : Ventilation Mécanique Contrôlée	19
Tableau 5 : Estimation des quantités de perchloroéthylène (grammes par jour) utilisées dans les pressings étudiés en 2007 et 2008.	20

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Plan du pressing. Les croix en rouge symbolisent les points de prélèvement ..	13
Figure 2 : Photographie de la cour intérieure de l'immeuble où la campagne a été menée. Encerclées en blanc, les cages contenant les tubes de prélèvement.	15

1. ACRONYMES

ACGIH : American Conference of Governmental Industrial Hygienists

AFSSET : Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail

ATSDR : Agency for Toxic Substances and Disease Registry

CI : Concentration Inhalée

CIRC : Centre International de Recherche sur le Cancer

CICAD : Concise International Chemical Document

CTTN : Centre Technique de la Teinture et du Nettoyage

DMENO : Dose Minimale avec Effet Nocif

ERI : Excès de Risque Individuel

ERU : Excès de Risque Unitaire

INRS : Institut National de Recherche et Sécurité

IR : Indice de Risque

MRL : Minimal Risk Level

OEHHA : Office of Environmental Health Hazard Assessment

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

OQAI : Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur

OSHA : Occupational Safety and Health Administration

TC : Tolerable Concentration (concentration tolérable)

US EPA : United States Environmental Protection Agency

VG : Valeur Guide

VME : Valeur Moyenne d'Exposition

VMC : Ventilation Mécanique Contrôlée

VTR : Valeur Toxicologique de Référence

2. RESUME

Cette étude s'inscrit dans la continuité des travaux menés par l'INERIS entre 2005 et 2007 dans trois pressings résidentiels situés en environnement urbain. Les campagnes de mesure avaient porté sur la mesure du tétrachloroéthylène (ou perchloroéthylène) dans l'air sur une période d'une semaine à l'intérieur du pressing, mais également dans les appartements situés au-dessus, permettant ainsi l'évaluation de l'exposition des habitants.

Deux des pressings dans lesquels les mesures ont été effectuées étaient équipés de machines de nettoyage à sec sans filtre à charbon actif sur le circuit de séchage (campagnes 2005). Le troisième pressing quant à lui était équipé d'une machine munie d'un tel filtre ainsi que d'un système de Ventilation Mécanique Contrôlée (campagne 2007).

Les résultats de ces mesures indiquaient la réduction notable des concentrations intérieures en tétrachloroéthylène et par conséquent des niveaux de risques dans les appartements situés directement au-dessus du pressing équipé d'une machine avec filtre et d'une VMC.

Pour alimenter les données de niveaux de concentration en perchloroéthylène au-dessus de pressings équipés de machines avec filtre, une nouvelle campagne de mesure a été organisée dans une installation de nettoyage à sec ainsi équipée et reprenant les exigences réglementaires en vigueur (Arrêté Type 2345).

Les concentrations mesurées dans le cadre de cette étude se sont avérées en moyenne 3 et 10 fois plus élevées, dans respectivement le pressing et les appartements (1^{er} étage), que celles mesurées en 2007 et du même ordre de grandeur que celles mesurées en 2005. Ainsi, les niveaux jugés admissibles par l'OMS pour une exposition continue du public sont largement dépassés.

Trois facteurs différencient, autres que la présence de filtre à charbon actif sur le circuit de séchage et le renouvellement de l'air assuré par une VMC, le « pressing 2008 » du « pressing 2007 » et pourraient expliquer ces différences : l'activité (deux machines fonctionnant entre 8 à 15 cycles par jour en 2008 en comparaison à une machine fonctionnant à 8 cycles par jour en 2007), l'âge de la machine (1 an d'ancienneté en 2007, contre 10 ans en 2008) ainsi que le point de rejet de la VMC (donnant au rez-de-chaussée de la cour intérieure pour le « pressing 2008 » et à au moins 3 m au-dessus de l'immeuble en 2007). Aucune comparaison stricte des situations ne peut ainsi être établie : la campagne 2008 a permis de documenter une configuration d'installation dans un autre environnement.

Notons que cette campagne est exploratoire et ses résultats ne peuvent être directement généralisés à l'ensemble des pressings compte tenu de l'incertitude sur d'autres facteurs d'influence (quantité de solvant consommée, âge du bâti, habitudes de vie des résidents, taux de renouvellement d'air,...) qui n'ont été évalués que qualitativement dans le cadre de cette étude.

3. INTRODUCTION ET CONTEXTE DE L'ETUDE

Ce document présente les résultats d'une campagne de mesures réalisée par l'INERIS en 2008, complémentaire de l'étude menée entre 2005 et 2007 à la demande du MEEDDAT (Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire) sur l'exposition des populations aux émissions de perchloroéthylène par les installations de nettoyage à sec. Au cours des campagnes précédentes, des études d'évaluation de risque avaient été réalisées. Les valeurs toxicologiques de référence (VTR) ainsi que les valeurs moyennes d'exposition (VME) sont rappelées en annexe à titre indicatif.

L'objectif de cette campagne est, en premier lieu, d'enrichir les données issues des campagnes précédentes en réalisant des mesures dans et au-dessus d'un pressing équipé à la fois d'une Ventilation Mécanique Contrôlée (VMC) et de machines avec filtre à charbon actif, une seule installation de ce type ayant été étudiée jusqu'à présent.

Il est important de préciser que cette campagne est exploratoire et que ses résultats ne peuvent être directement généralisés à l'ensemble des pressings. En effet, de nombreux facteurs d'influence tels la quantité de solvant consommée, l'âge du bâti, les habitudes de vie des résidents, le taux de renouvellement d'air... n'ont été évalués que qualitativement dans le cadre de cette étude.

3.1 LE TETRACHLOROETHYLENE (INERIS, 2006)

Egalement connu sous le nom de perchloroéthylène, le tétrachloroéthylène, de formule $\text{CCl}_2=\text{CCl}_2$, est un liquide incolore, très volatil, à l'odeur étherée.

Aucune source naturelle d'émission n'est aujourd'hui connue. Il est en revanche très largement employé comme solvant industriel pour le nettoyage à sec (INRS, 2007), le dégraissage des métaux et comme réactif de production des chlorofluorocarbones. Les décapants de véhicules à moteur, l'encre d'imprimerie, les liquides de nettoyage spécialisés comptent parmi les produits de grande consommation contenant du tétrachloroéthylène.

Le tétrachloroéthylène peut être absorbé principalement par inhalation, mais aussi par voie orale ou cutanée lorsqu'il est sous forme liquide. Toxique pour le système nerveux et les reins, il peut aussi provoquer des irritations des voies respiratoires et des yeux, provoquer des vertiges, des nausées, des maux de tête, des pertes de mémoire et une somnolence pouvant aller jusqu'à des évanouissements, voire la mort dans de rares cas (INERIS 2006). Il est classé 2A (probablement cancérigène pour l'homme) par le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) depuis 2005.

3.2 LE NETTOYAGE A SEC : PRINCIPE

Le tétrachloroéthylène est le solvant principalement utilisé par les entreprises de nettoyage à sec (7500 entreprises de nettoyage à sec en France en 2002 selon le Centre technique Industriel - Institut de Recherche sur l'Entretien et le Nettoyage (CTTN-IREN) 2003).

Durant la phase de nettoyage, les articles à nettoyer, déposés dans le tambour de la machine, sont brassés avec le tétrachloroéthylène dont l'action peut être renforcée par un tensioactif. Après essorage, le solvant passe par un filtre à bouton et retourne dans le réservoir de stockage s'il est peu souillé ou est distillé s'il est très souillé.

Puis commence une phase de séchage suivie d'une phase de désodorisation consistant à faire passer un courant d'air chaud (50 à 70°C) pour la première et un courant d'air froid pour la deuxième. Durant cette dernière, le tétrachloroéthylène résiduel est soit éliminé vers l'extérieur dans le cas des machines à circuit ouvert, âgées de plus de 20 ans et dont l'utilisation n'est plus autorisée depuis le 1^{er} janvier 2003, soit recyclé dans le cas des machines à circuit fermé. La condensation des vapeurs de solvant est améliorée dans ce cas par l'emploi d'un fluide frigorigère parfois complété par adsorption sur filtre à charbon actif. Il existe également des machines munies de système de surveillance en continu des concentrations de solvant utilisées. A notre connaissance, aucune installation en France n'en est équipée à ce jour (Delery 2007).

La campagne décrite dans ce rapport a pour but de documenter les concentrations intérieures et l'exposition des populations riveraines au tétrachloroéthylène émis par une installation disposant de filtres à charbon actif et d'une VMC.

3.3 CONTEXTE NORMATIF ET REGLEMENTAIRE

Les installations de nettoyage à sec sont des installations classées selon la rubrique 2345 de la nomenclature de des installations classées pour la protection de l'environnement. Elles sont à ce titre soumises soit à autorisation (capacité nominale totale des machines de l'installation supérieure à 50 kg) soit à déclaration (capacité nominale totale des machines de l'installation inférieure ou égale à 50 kg).

Une synthèse des contraintes normatives et réglementaires s'appliquant aux machines de nettoyage à sec a été réalisée par l'INERIS (Collet 2004). Les principales prescriptions applicables sont présentées ci-dessous.

Les machines de nettoyage à sec sont concernées par différents textes normatifs:

- Norme NF EN ISO 8320 : elle fixe les exigences de sécurité concernant les machines de nettoyage à sec utilisant du perchloroéthylène.
- Norme NF G 45011 : elle définit les caractéristiques de la capacité de la consommation d'une machine fonctionnant en circuit fermé. Elle fixe entre autre une valeur limite en perchloroéthylène dans l'air du local de 335 mg m⁻³ (valeur limite d'exposition professionnelle pondérée sur 8 heures par jour établie dans les atmosphères de travail, correspondant à 50 ppm).

Elles sont également concernées par les textes règlementaires suivants :

- Directive 98/37/CE du 22 juin 1998 : elle concerne le rapprochement des législations des états membres relatives aux machines et fixe les exigences essentielles de sécurité et de santé.
- Arrêté type 2345 du 2 mai 2002 : Il exige que toutes les machines soient à circuit fermé et conformes à la norme NF G 45011. Il prévoit une VMC assurant un renouvellement d'air suffisant. Le point de rejet doit dépasser d'au moins 3 mètres en hauteur les bâtiments situés dans un rayon de 15 mètres. L'exploitant pourra surseoir à cette disposition si tous les effluents gazeux de l'atelier sont canalisés et piégés par un dispositif approprié.

Il fixe une valeur de 20 grammes de solvant halogéné par kilogramme de linge traité.

Il requiert également une visite annuelle effectuée par un organisme compétent pour attester du bon état général du matériel.

Cet arrêté s'applique de fait à toute installation soumise à déclaration.

4. CAMPAGNE DE MESURE : IDENTIFICATION DE L'INSTALLATION

4.1 ORGANISATION DE LA CAMPAGNE DE MESURE

La campagne de mesure a été menée pendant une semaine, du 17 au 24 novembre 2008. Des prélèvements ont été réalisés dans le pressing ainsi que dans les appartements situés au-dessus du commerce. Les habitudes de vie des habitants (ventilation, tabagisme, utilisation de bougies et encens,...) ont été renseignées. De même, la nature, l'âge, le niveau d'équipement de la machine (avec ou sans filtre à charbon actif), la présence ou non d'une VMC ont été consignés.

Pour les pressings et les appartements, l'emplacement des tubes de prélèvement est donné (Figure 1 et Tableau 1). Dans les cages d'escaliers et les cours, le nombre de prélèvements est indiqué.

Un prélèvement en un point de référence dans la rue sur laquelle est situé le pressing a également été réalisé.

D'une manière générale, deux prélèvements ont été effectués en chaque point.

Les tubes de prélèvement employés sont des tubes passifs permettant un échantillonnage de longue durée (7 jours). L'analyse est réalisée, après thermodésorption des tubes, par chromatographie gazeuse et détection FID. Les méthodes de prélèvement et d'analyse sont décrites en détail dans (Chiappini et al. 2008a¹, b). L'incertitude liée au prélèvement et à l'analyse est estimée à 30 % et la limite de quantification est de l'ordre de 0.1 µg m⁻³ dans les conditions retenues pour cette étude.

4.2 PRESENTATION DU PRESSING

L'installation étudiée est un local de 90 m² donnant sur une rue passante et situé entre un magasin de vêtements et une banque. Aucune source de perchloroéthylène autre que le pressing n'a été identifiée à proximité. L'installation comporte deux machines de capacité 13 kg de nettoyage à sec équipées toutes deux de filtre à charbon actif. Une VMC y est en fonctionnement. Des bouches d'extraction sont disposées au-dessus des machines et le conduit de ventilation court le long du plafond jusqu'au fond du local où se trouve le point de rejet. Ce dernier n'a pas été placé à au moins trois mètres au-dessus des dernières habitations comme le stipule l'arrêté type 2345 qui précise cependant que l'exploitant peut surseoir à cette disposition en assurant une canalisation et un piégeage efficace par un filtre à charbon actif par exemple en aval du moteur de la VMC. C'est effectivement ce dispositif qui a été mis en place dans le pressing étudié. Le point de rejet traverse une fenêtre constamment fermée à l'arrière du local et donnant sur la cour intérieure de l'immeuble. Dans ce contexte, le pressing respecte les dispositions de l'arrêté type en vigueur.

La nature, l'âge et le niveau d'équipement de la machine de nettoyage à sec (avec ou sans filtre), la présence ou non d'une ventilation mécanique contrôlée (VMC) sont précisés ci-dessous. Le niveau d'activité du pressing au cours de l'étude a également été évalué qualitativement par le nombre de cycles réalisés par jour par les machines. Selon les hypothèses de travail de l'évaluation européenne (ECB, 2005), une activité moyenne représente 6 à 8 cycles par jour.

¹Rapport disponible sur :
http://www.ineris.fr/index.php?module=doc&action=getDoc&id_doc_object=3183

- **Description de l'installation**

2 machines FIBRIMATIC (capacité 13 kg)

Age des machines : 10 ans

VMC – extraction 2600 m³h⁻¹

Machines avec filtre à charbon actif

Période d'activité forte (8 -15 cycles/machine)

Communication entre le pressing et le Rez-de-chaussée, porte fermée

- **Lieu de prélèvement**

Pressing (caisse, tables à repasser machines, fond du local)

Logements situés au-dessus (1^{er} - au 2^{ème} étage)

- **Période de prélèvement** (sur 7 jours)

17-24 novembre 2008

- **Températures moyennes**

Extérieur ~10 °C- Habitations 23 (1^{er}) 18 (2nd)

Pressing 19°C



La Figure 1 représente un plan du pressing sur lesquels sont indiqués, par une croix rouge, les points de prélèvement.

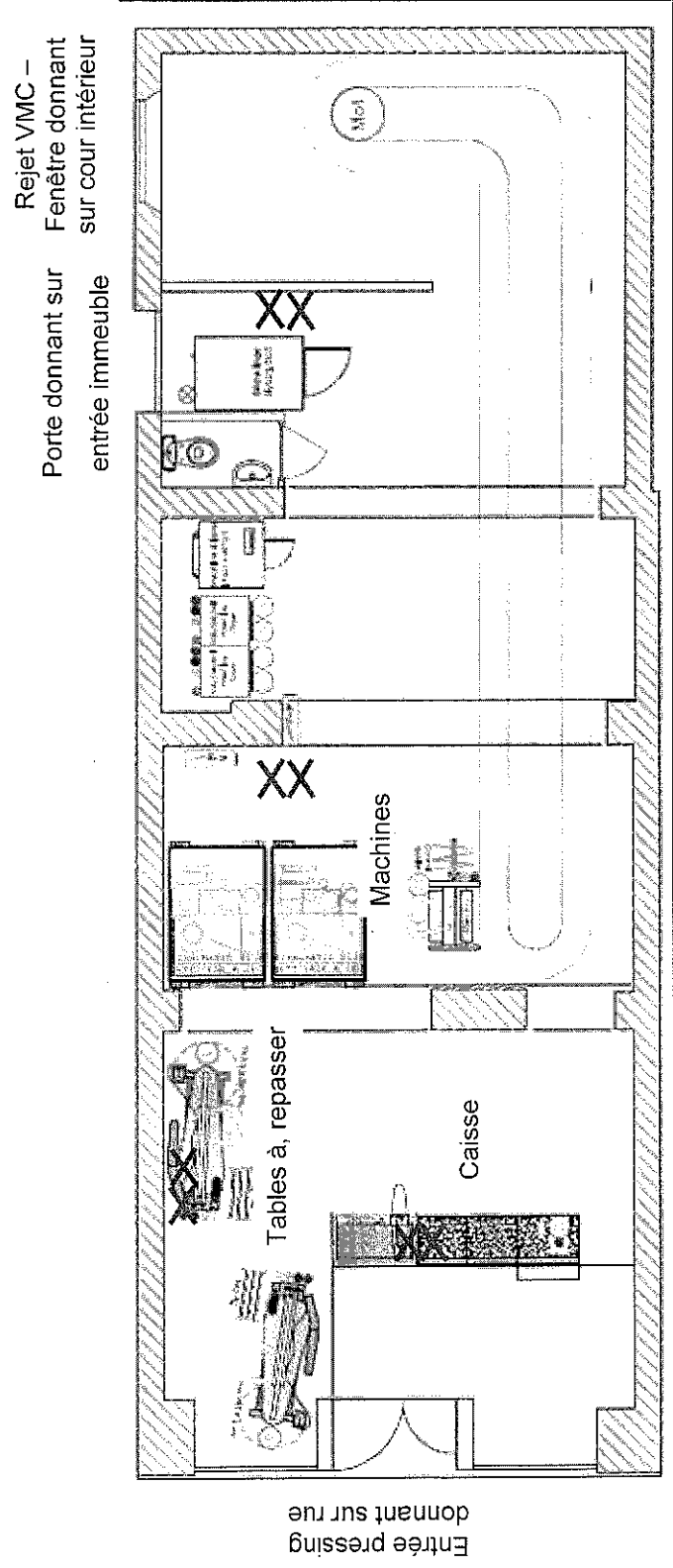


Figure 1 : Plan du pressing. Les croix en rouge symbolisent les points de prélèvement

4.3 PRESENTATION DE L'IMMEUBLE ET DES APPARTEMENTS

Les appartements dans lesquels les mesures ont été effectuées sont au 1^{er} et 2^{ème} étage d'un immeuble de 4 étages. Comme le pressing, ils donnent à la fois sur la rue passante et la cour intérieure.

L'entrée de l'immeuble peut communiquer avec le pressing par une porte maintenue fermée en permanence et donne directement sur la cage d'escalier. Un point de prélèvement a été respectivement choisi sur les paliers des deux étages étudiés.

Dans les appartements, pour les deux étages, les tubes ont été placés dans le salon, donnant sur la rue, dans deux chambres, donnant sur la cour intérieure au 1^{er} étage et dans une chambre, toujours sur cour, au 2nd. L'une des chambres du 1^{er} étage donne directement au-dessus de la fenêtre de rejet de la VMC du pressing. Que ce soit pour le salon ou les chambres, des prélèvements ont également été réalisés en extérieur, sur les balcons.

4.4 POINTS DE PRELEVEMENT

Le tableau ci-dessous récapitule les différents points de mesure, dans la rue, le pressing, la cour intérieure, la cage d'escalier et les appartements. En chaque point, deux tubes passifs ont été installés et en certains points marqués d'un « * » dans le Tableau 1 un tube servant de blanc a été exposé.

Tableau 1 : Emplacement des points de prélèvement des tubes passifs. En chaque point, les prélèvements sont doublés et en certain point marqués d'un * un tube « blanc » est exposé.

Etage	Rue	Pressing	Cour intérieure	Cage d'escalier	Appartements
2	Sur balcon		Sur balcon	Palier	Salon Chambre
1	Sur balcon		Juste en dessous balcon	Palier	Salon 2 chambres
RDC	A 0.5 et à 100 m du pressing*	Caisses Table à repasser Machine* Fond du local	Devant fenêtre* rejet VMC		

La photographie ci-dessous représente la cour intérieure de l'immeuble et permet de visualiser les points de prélèvement en extérieur à chaque étage et le positionnement des appartements par rapport au rejet de la VMC.

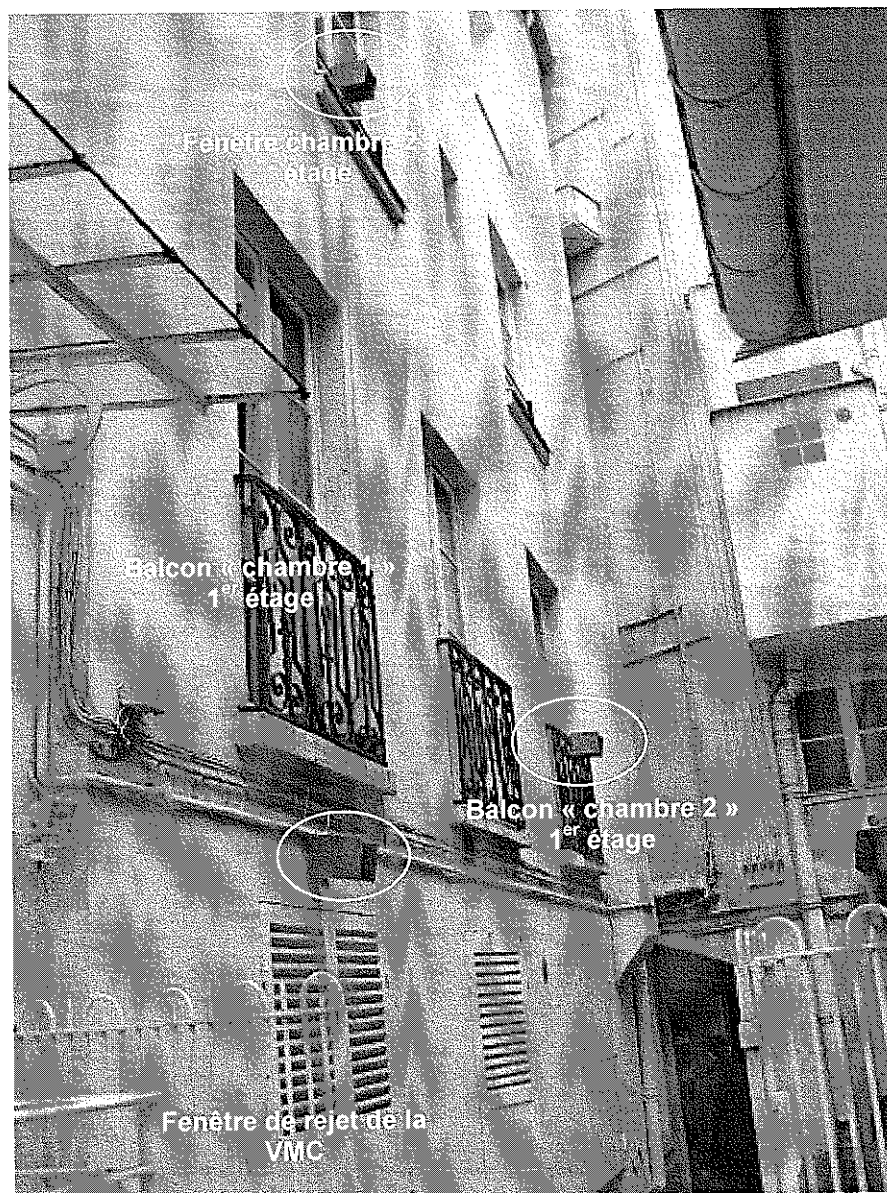


Figure 2 : Photographie de la cour intérieure de l'immeuble où la campagne a été menée. Encerclées en blanc, les « abris » contenant les tubes de prélèvement.

5. RESULTATS

Les concentrations moyennes (prélèvements sur 7 jours) en perchloroéthylène mesurées en chaque point du pressing, des appartements, et en extérieur, sont données, en mg m^{-3} , dans le tableau ci-dessous.

Tableau 2 : Concentrations en perchloroéthylène (mg m^{-3}) en chaque point de mesure (incertitude 30 %). En vert les mesures réalisées en extérieur.

Étage	Rue	Pressing	Cour intérieure	Cage d'escalier	Appartements
2	Sur balcon 0.004 ± 0.001		Sur balcon 3 ± 1	Palier 0.17 ± 0.05	Salon 0.12 ± 0.03 Chambre 0.50 ± 0.10
1	Sur balcon 0.004 ± 0.001		Juste en dessous balcon 34 ± 10	Palier 0.12 ± 0.04	Salon 2.6 ± 0.7 « Chambre 1 » 2.9 ± 0.8 « Chambre 2 » 3.4 ± 0.9
RDC	à 0.5 m du pressing 0.005 ± 0.001 à 100 m du pressing* 0.004 ± 0.001	Caisses 16 ± 5 Table à repasser 21 ± 6 Machine 42 ± 13 Fond du local 22 ± 7	Devant fenêtre* 4 m en face rejet VMC 0.14 ± 0.04		

5.1 CONCENTRATIONS EN PERCHLOROETHYLENE MESUREES DANS LE PRESSING

Les concentrations mesurées dans le pressing sont maximales à côté des machines de nettoyage à sec. Elles sont en moyenne de 27 mg m^{-3}

La machine répond ainsi aux exigences de la norme NF G 45011 dans la mesure où les concentrations en tétrachloroéthylène mesurées dans le pressing sont inférieures à 335 mg m^{-3} et que ce dernier est équipé d'une VMC.

Comparaison avec les études précédentes

Le Tableau 3 récapitule les résultats obtenus pour les différentes campagnes de mesure menées entre 2005 et 2008.

Il est important de souligner à nouveau à quel point la comparaison entre les différentes campagnes de mesure est complexe et délicate en raison des nombreux paramètres non évalués tels l'efficacité de ventilation, l'isolation des bâtiments, la saisonnalité....

Tableau 3 : Comparaison des résultats obtenus dans les pressings pour les campagnes, menées entre 2005 et 2008. CA : Charbon actif, VMC : Ventilation Mécanique Contrôlée

Date	Type de machine	Ventilation	Activité	Concentrations (mg m^{-3})
Avril 2005	Sans filtre CA	Pas d'aération	Normale	32
Juin 2005	Sans filtre CA	Pas d'aération	Normale	53
Juin 2007	Avec filtre CA	VMC	Normale	8
Novembre 2008	Avec filtre CA	VMC	Forte	27

Les concentrations mesurées dans le cadre de cette étude sont plus élevées que celles mesurées en 2007 dans un pressing présentant une configuration similaire c'est-à-dire équipé d'une VMC et de machine avec un filtre à charbon actif. Le nombre de machines (deux dans le pressing de 2008 au lieu d'une dans le pressing 2007) ainsi que l'intensité de l'activité (entre 8 et 15 cycle par jour et par machine en 2008 contre 8 cycles par jour en 2007) pourraient expliquer cette différence. Les concentrations restent néanmoins inférieures aux concentrations mesurées en 2005 dans des pressings équipés de machines sans filtre à charbon actif et dépourvus de VMC.

5.2 CONCENTRATIONS EN PERCHLOROETHYLENE MESUREES A L'EXTERIEUR

Au vu des résultats présentés dans le Tableau 2, se dessinent deux types de données : les concentrations mesurées côté rue et celle mesurées côté cour.

Côté rue, les niveaux en perchloroéthylène mesurés sur les balcons au 1^{er} et 2^{ème} étage, ainsi que ceux mesurés directement à côté du pressing, sont du même ordre de grandeur que les niveaux mesurés en un point éloigné de la source de perchloroéthylène, n'étant pas sous l'influence du pressing. La qualité de l'air extérieur, côté rue, n'est donc pas influencée, s'agissant du perchloroéthylène, par l'activité du pressing. L'air extérieur coté rue, compte tenu de ses teneurs faibles en perchloroéthylène ne participe donc pas aux concentrations en perchloroéthylène dans les logements.

En revanche, côté cour, les niveaux en perchloroéthylène mesurés sont élevés en particulier au-dessus du point de rejet de la VMC du pressing, point où les concentrations atteignent des valeurs similaires à celles mesurées dans le pressing (34 mg m^{-3}). **Il semblerait ainsi que le filtre à charbon actif placé en amont du point de rejet puisse ne pas être suffisamment efficace pour le piégeage d'une fraction suffisante des vapeurs de perchloroéthylène. Ici, le dispositif mis en place par le pressing ne permet pas de canaliser et piéger les effluents gazeux comme stipulé par l'Arrêté type 2345 du 2 mai 2002 dans le cas où le point de rejet de la VMC ne dépasse pas d'au moins 3 mètres en hauteur les bâtiments situés dans un rayon de 15 mètres.**

L'impact de ces rejets vers l'extérieur est encore visible au niveau des mesures réalisées sur le balcon du 2^{ème} étage, les concentrations y atteignant la valeur de 3 mg m^{-3} , valeur largement supérieure aux niveaux de fond mesurés « côté rue » de 0.004 mg m^{-3} . Ceci témoigne d'une influence de ces rejets sur les concentrations en perchloroéthylène mesurées dans les appartements.

5.3 CONCENTRATIONS EN PERCHLOROETHYLENE MESUREES DANS LES APPARTEMENTS ET SUR LE PALIER

Comme lors des études précédentes (Chiappini et Déléry 2008), les concentrations dans les appartements décrivent une décroissance avec l'élévation dans les étages. Ainsi, alors que l'on mesure une moyenne de $3000 \text{ } \mu\text{g m}^{-3}$ au 1^{er} étage, l'on ne détecte plus que quelques centaines de microgrammes par mètres cube au second.

Par ailleurs, que ce soit au 1^{er} ou au 2nd, les concentrations en perchloroéthylène sont plus élevées dans les chambres que dans le salon, témoignant de l'influence des effluents provenant du point de rejet de la VMC du pressing.

En ce qui concerne les mesures réalisées sur les paliers, les valeurs sont beaucoup plus faibles que dans les appartements. Cette observation semble indiquer une faible influence du pressing sur la cage d'escalier. Elle permet également d'émettre des hypothèses concernant la provenance du perchloroéthylène mesuré dans les appartements. Ce dernier proviendrait principalement de l'extérieur côté cour via le point de rejet de la VMC. Il pourrait également provenir du pressing via les plafonds.

Comparaison avec les études précédentes

Le Tableau 4 récapitule les résultats obtenus pour les différentes campagnes de mesure menées entre 2005 et 2008.

Tableau 4 : Comparaison des résultats obtenus dans les appartements et sur les paliers pour les campagnes, menées entre 2005 et 2008. CA : Charbon actif, VMC : Ventilation Mécanique Contrôlée

Date	Type de machine	Ventilation	Activité	Etage	Concentrations Paliers (mg m ⁻³)	Concentrations appartements (mg m ⁻³)
Avril 2005	Sans filtre CA	Sans VMC	Normale	2 ^{ème}	1,02 ± 0.30	0,30 ± 0.09
				1 ^{er}	1,11 ± 0.33	2,17 ± 0.65
Juin 2005	Sans filtre CA	Sans VMC	Normale	2 ^{ème}	1,50 ± 0.45	0,37 ± 0.11
				1 ^{er}	1,76 ± 0.53	2,94 ± 0.87
Juin 2007	Avec filtre CA	VMC	Normale	2 ^{ème}	0.22 ± 0.06	0.059 ± 0.02
				1 ^{er}	0.24 ± 0.07	0.29 ± 0.08
Novembre 2008	Avec filtre CA	VMC	Forte	2 ^{ème}	0.17 ± 0.05	0.50 ± 0.10
				1 ^{er}	0.12 ± 0.04	3.4 ± 0.9

Comme observé dans le pressing, les concentrations en perchloroéthylène mesurées dans les appartements lors de cette étude sont dix fois plus élevées que celles mesurées en 2007 dans un pressing présentant le même type de configuration concernant l'équipement des machines (avec filtre à charbon actif) et munis de VMC. Les niveaux mesurés sont en revanche du même ordre de grandeur que ceux mesurés en 2005 dans un pressing sans VMC et équipé d'une machine sans filtre à charbon actif.

Ces concentrations élevées pourraient s'expliquer par la conjonction de deux phénomènes :

- Tout d'abord **l'activité et nombre de machines de nettoyage à sec** présentes dans le pressing objet de l'étude. Deux machines sont en effet simultanément en fonctionnement (au lieu d'une seule dans le pressing de 2007) avec une activité intense d'une quinzaine de cycles par jour et par machines (au lieu d'environ 8 par jour en 2007). Bien que difficilement quantifiables, il est possible de supposer que dans ces conditions les quantités de perchloroéthylène rejetées dans l'atmosphère sont beaucoup plus importantes que lorsque l'activité est plus faible.

Ainsi, dans le tableau ci-dessous, la quantité de perchloroéthylène utilisée par jour, estimée en supposant la respect des 20 g de perchloroéthylène de linge par kilo de linge et à partir du nombre de cycles effectués par jour, est donnée pour les pressings des études 2007 et 2008.

Tableau 5 : Estimation des quantités de perchloroéthylène (grammes par jour) utilisées dans les pressings étudiés en 2007 et 2008.

Campagne	capacité machine kg	g de solvant par machine (20 g/ kg de linge)	Nombre de cycles / jour	Nombre de machines	g de PCE / jour	Concentration dans pressing
2007	13	260	8	1	2080	8
2008	13	260	15	2	7800	27
Rapport valeurs 2008/2007					4	3.4

Il est ainsi possible de noter que quatre fois plus de perchloroéthylène seront employés dans le pressing objet de la présente étude (7800 g/jour) comparativement au pressing 2007 (2080 g/jours). Il est intéressant de remarquer que le rapport des concentrations mesurées dans les installations de nettoyage à sec est du même ordre de grandeur que le rapport des quantités de solvant utilisées.

- **Les niveaux élevés de concentration en perchloroéthylène** (du même niveau que ceux mesurés dans le pressing) **en sortie du point de rejet de la VMC**. Ces effluents sont en effet susceptibles d'influer fortement sur les concentrations dans les appartements et peuvent expliquer les valeurs plus élevées mesurées dans les chambres par rapport à celles mesurées dans le salon.

6. CONCLUSION

Les concentrations mesurées lors de cette étude sont en moyenne 3 et 10 fois plus élevées, dans respectivement le pressing et les appartements (1^{er} étage), que celles mesurées en 2007 et du même ordre de grandeur que celle mesurées en 2005. Trois facteurs différencient le « pressing 2008 » du « pressing 2007 » : l'activité (deux machines fonctionnant entre 8 à 15 cycles par jour en 2008 en comparaison à une machine fonctionnant à 8 cycles par jour en 2007), l'âge de la machine (1 an d'ancienneté en 2007, contre 10 ans en 2008) ainsi que le point de rejet de la VMC (donnant au rez-de-chaussée de la cour intérieure pour le « pressing 2008 » et à au moins 3 m au-dessus de l'immeuble en 2007).

Ainsi, **les conditions d'exploitation du pressing et la configuration du point de rejet de la VMC semblent jouer un rôle important sur les niveaux de concentration mesurés dans l'atmosphère** des installations de nettoyage à sec et des appartements situés au-dessus. Même si l'Arrêté type 2345 du 2 mai 2002 stipule que l'exploitant peut surseoir à la mise en place d'un point de rejet dépassant d'au moins 3 mètres en hauteur les bâtiments situés dans un rayon de 15 mètres en s'assurant que tous les effluents gazeux sont canalisés et piégés par un dispositif approprié, il semblerait que **cette disposition puisse s'avérer insuffisante, conduisant alors potentiellement à des concentrations élevées à l'intérieur des appartements riverains.**

7. REFERENCES

Chiappini, L. and L. Déléry (2008). Evaluation des risques sanitaires associés aux émissions de tétrachloroéthylène par trois installations françaises de nettoyage à sec, INERIS-DRC-07-85296-09788C Ministère de l'Ecologie, de l'Environnement, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire.

Chiappini, L., L. Delery, et al. (2008). "A first French assessment of population exposure to tetrachloroethylene from small dry cleaning facilities." Indoor Air In press.

Collet, S. (2004). "Evolution de la marque NF 107 pour la prise en compte directe de la directive COV (rubrique nettoyage à sec)." INERIS-DRC-04-55900-AIRE-n°516-SCo.

Delery, L. (2007). Etude du parc français des installations de nettoyage à sec suite à la mise en œuvre de l'arrêté-type 2345 (2 mai 2002), INERIS DRC-07-86835-11993A pour le ministère de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement durables.

INERIS (2006). "Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques : Tétrachloroéthylène, mise à jour 03/11/2006." Available: www.ineris.fr.

US-EPA (2006). "Regulatory Actions: Final Amendments to Air Toxics Standards for Perchloroethylene Dry Cleaners." Available: <http://www.epa.gov/air/drycleaningrule/regulatory.html>.

8. ANNEXES

Annexe 1 : VTR, ERU et VME pour une exposition au perchloroéthylène

Les VTR et ERU pour une exposition chronique au percholoroéthylène sont données par l'OMS, 2006² :

- 240 $\mu\text{g m}^{-3}$ pour les effets chroniques à seuil de type rénal
- 200 $\mu\text{g m}^{-3}$ pour les effets chroniques à seuil de type neurologique
- un intervalle d'ERU compris entre $1,8 \cdot 10^{-6} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ (OMS 2006) et $5,2 \cdot 10^{-6} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$

La Valeur Moyenne d'Exposition est de 335 mg m^{-3} pour 8 heures d'exposition au poste de travail. Cette valeur a été publiée dans une circulaire de 1983 du Ministère du Travail.

² World Health organisation Concise International Chemical Assessment document 68. Tetrachloroethylene: <http://www.who.int/ipcs/publications/cicad/cicad68.pdf>