

RAPPORT D'ÉTUDE

10/01/2008

INERIS-DRC-07-85296-09788C

**Evaluation des risques sanitaires associés aux
émissions de tétrachloroéthylène par trois
installations françaises de nettoyage à sec**

Evaluation des risques sanitaires associés aux émissions de tétrachloroéthylène par trois installations françaises de nettoyage à sec

Ministère de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement
Durables

Liste des personnes ayant participé à l'étude :

Eva LEOZ-GARZIANDIA, Direction des Risques Chroniques (DRC), Unité Qualité de l'Air (AIRE)

Yoann FAGAULT, Direction des Risques Chroniques (DRC), Unité Qualité de l'Air (AIRE)

Bruno BROUARD, Direction des Risques Chroniques (DRC), Unité Qualité de l'Air (AIRE)

Laura CHIAPPINI, Direction des Risques Chroniques (DRC), Unité Qualité de l'Air (AIRE)

Laure DELERY, Direction des Risques Chroniques (DRC), Unité Evaluation des risques sanitaires (ERSA)

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 équivalent 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.

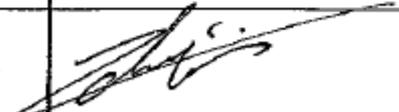
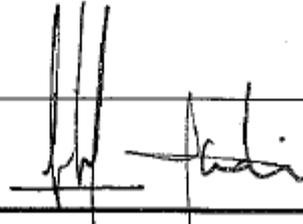
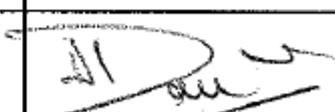
	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	Laura CHIAPPINI (AIRE) Laure DELERY (ERSA)	Marc DURIF (AIRE) Corinne MANDIN (ERSA)	Jean POULLEAU
Qualité	Ingénieurs d'études	Ingénieurs d'études	Responsable de l'unité AIRE
Visa			

TABLE DES MATIERES

1. ACRONYMES.....	7
2. RESUMÉ.....	8
3. INTRODUCTION	10
4. CONTEXTE	10
4.1 Le tétrachloroéthylène (INERIS, 2006).....	10
4.2 Le nettoyage à sec : principe	10
4.3 Contexte normatif et règlementaire	11
5. CAMPAGNES DE MESURES : IDENTIFICATION DES INSTALLATIONS ..	13
5.1 Pressing n°1.....	13
5.2 Pressing n°2.....	14
5.3 Pressing n°3.....	15
6. METHODES DE PRELEVEMENT ET ANALYSE	16
6.1 Système de prélèvement.....	16
6.2 Système d'analyse	17
7. RESULTATS	17
7.1 Résultats par pressing.....	17
7.1.1 Pressing n°1	17
7.1.2 Pressing n°2	18
7.1.3 Pressing n°3	19
7.2 Comparaison des résultats.....	19
7.2.1 Concentration dans la cage d'escalier	20
7.2.2 Concentrations dans les appartements	20
7.2.3 Concentrations dans les pressings	22
8. EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES.....	25
8.1 Evaluation de la toxicité chronique du tétrachloroéthylène par inhalation (INERIS, 2006).....	25
8.2 Evaluation de l'exposition de la population générale.....	28
8.2.1 Définition du scénario d'exposition	28
8.2.2 Quantification de l'exposition	28
8.3 Caractérisation du risque sanitaire	30

8.3.1 Estimation ponctuelle du risque	30
8.3.1.1 Calculs des risques pour la campagne n°1	30
8.3.1.2 Calculs des risques pour la campagne n°2	31
8.3.1.3 Calculs des risques pour la campagne n°3	33
8.3.1.4 Discussion	34
8.3.2 Analyse des incertitudes	37
8.3.2.1 Evaluation de la toxicité	37
8.3.2.2 Evaluation des expositions	37
9. CONCLUSION	39
10. REFERENCES.....	42
11. LISTE DES ANNEXES	44

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Points de prélèvement lors de la série de mesure « Pressing n°1 »	14
Tableau 2 : Points de prélèvement lors de la série de mesure « Pressing n°2 »	15
Tableau 3 : Points de prélèvement lors de la série de mesures « Pressing n°3 » (en chaque point, deux prélèvements sont effectués).....	16
Tableau 4 : Concentrations en tétrachloréthylène (mg m^{-3}) en chaque point de mesure de la campagne du pressing n°1 (incertitude de 30 %).....	17
Tableau 5 : Concentrations en tétrachloréthylène (mg m^{-3}) en chaque point de mesure de la campagne du pressing n°1 dans le pressing (incertitude de 30 %).....	18
Tableau 6 : Concentrations en tétrachloréthylène (mg m^{-3}) en chaque point de mesure de la campagne du pressing n°2 (incertitude de 30 %).....	18
Tableau 7 : Concentrations en tétrachloréthylène (mg m^{-3}) en chaque point de mesure de la campagne du pressing n°2, dans le pressing (incertitude de 30 %).....	18
Tableau 8 : Concentrations en tétrachloréthylène (mg m^{-3}) en chaque point de mesure de la campagne du pressing n°3 données avec leur incertitude de 30 %.....	19
Tableau 9 : Concentrations en tétrachloréthylène (mg m^{-3}) en chaque point de mesure de la campagne du pressing n°3, dans le pressing et la cour intérieure données avec leur incertitude de 30 %.....	19
Tableau 10 : Comparaison des résultats obtenus dans les pressings pour les deux campagnes, 2002 et 2005-2007.....	24
Tableau 11 : Valeurs Toxicologiques de référence (VTR) disponibles pour une exposition chronique par inhalation au tétrachloroéthylène	26
Tableau 12 : Fraction de temps passée à l'intérieur pour les adultes, actifs et inactifs percentiles 50 et 95 (Dor, et al., 2004).....	28
Tableau 13 : Concentrations moyennes inhalées par les résidents de l'immeuble abritant le pressing n°1	29
Tableau 14 : Concentrations moyennes inhalées par les résidents de l'immeuble abritant le pressing n°2	29
Tableau 15 : Concentrations moyennes inhalées par les résidents de l'immeuble abritant le pressing n°3	29
Tableau 16: Indices de risque liés à l'inhalation chronique de tétrachloroéthylène par les résidents de l'immeuble abritant le pressing n°1	30
Tableau 17: Excès de risque individuel liés à l'inhalation chronique de tétrachloroéthylène par les résidents de l'immeuble abritant le pressing n°1	31
Tableau 18: Indices de risque liés à l'inhalation chronique de tétrachloroéthylène par les résidents de l'immeuble abritant le pressing n°2	32

Tableau 19: Excès de risque individuel liés à l'inhalation chronique de tétrachloroéthylène par les résidents de l'immeuble abritant le pressing n°2	33
Tableau 20 : Indices de risque liés à l'inhalation chronique de tétrachloroéthylène par les résidents de l'immeuble abritant le pressing n°3	33
Tableau 21 : Excès de risque individuel liés à l'inhalation chronique de tétrachloroéthylène par les résidents de l'immeuble abritant le pressing n°3	34
Tableau 22: Comparaison des indices de risque (effets neurologiques à seuil) pour les résidents des étages (min-max) pour les 3 pressings investigués	35
Tableau 23 : Comparaison des excès de risque cancérigène (ERU, OEHHA 2005) pour les résidents des étages (min-max) pour les 3 pressings investigués...	35
Tableau 24: Récapitulatif des indices de risques (effets neurologiques) déterminés au cours de la présente étude et dans les précédentes études INERIS pour les personnes résidant directement au-dessus du pressing.....	36
Tableau 25 : Récapitulatif des Excès de Risque Individuel déterminés au cours de la présente étude et dans les précédentes études INERIS pour les personnes résidant directement au-dessus du pressing	36

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Comparaison des concentrations dans les cages d'escalier pour les trois séries de mesure (pressings n°1, n°2 et n°3)	20
Figure 2 : Comparaison des concentrations moyennes mesurées dans les appartements pour les trois séries de mesure (pressings n°1, n°2 et n°3)....	21
Figure 3 : Comparaison des concentrations moyennes dans les pressings pour les trois séries de mesure (pressings n°1, n°2 et n°3)	23

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 Diseases Registry

CI : Concentration Inhalée

CIRC : Centre International de la 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

La présente étude s'inscrit dans la continuité d'un travail bibliographique préliminaire d'évaluation des risques sanitaires liés aux émissions de tétrachloroéthylène par les installations de nettoyage à sec (Déléry, 2001), ainsi que d'une campagne de mesure dans l'air (Déléry, 2002). Réalisée par l'INERIS en juin et juillet 2002, cette campagne s'est déroulée dans deux installations françaises différentes. La première était un pressing de galerie marchande d'un centre commercial équipé d'une machine de type 4, c'est-à-dire munie d'un filtre à charbon actif sur le circuit de séchage. Ce filtre est destiné à récupérer les vapeurs de tétrachloroéthylène. L'étude de l'exposition concernait alors les clients du centre commercial et les professionnels du pressing. La deuxième installation était un pressing situé en zone habitée, équipé d'une machine de type 3, c'est-à-dire sans filtre à charbon actif. L'étude de l'exposition des habitants a alors été réalisée sur la base de mesures de concentration dans l'air de la cage d'escalier de l'immeuble situé au-dessus.

Depuis, une nouvelle campagne comptant trois séries de mesures au niveau de trois pressings situés en environnement urbain a été réalisée entre 2005 et 2007 pour compléter les résultats de la première campagne de 2002, apprécier l'impact de l'emploi d'un filtre à charbon actif et d'une ventilation mécanique contrôlée (VMC) sur la récupération de solvant et l'exposition du personnel du pressing et des personnes résidant au-dessus du commerce.

L'ensemble de ces campagnes est exploratoire et leurs 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, l'âge du bâtiment, habitudes de vie des résidents, taux de renouvellement d'air...) qui n'ont été évalué que qualitativement dans le cadre de cette étude.

La campagne de 2005 à 2007 a ainsi porté non seulement sur la mesure du tétrachloroéthylène à l'intérieur du pressing, mais également dans les appartements situés au-dessus, donnant ainsi accès à des données plus représentatives de l'exposition des habitants. De plus, alors que la campagne de 2002 avait été menée avec des prélèvements par canister, prélèvements réalisés sur une dizaine d'heures, la campagne présentée dans ce rapport a mis en œuvre des prélèvements par tubes passifs. Ces derniers permettent un échantillonnage sur des périodes plus longues, en l'occurrence ici 7 jours, et donc plus représentatives de l'exposition moyenne des populations.

Par ailleurs, les deux premiers 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. Le troisième pressing quant à lui était équipé d'une machine munie d'un tel filtre ainsi que d'une VMC. Les concentrations en tétrachloroéthylène ont, dans tous les cas, été mesurées en différents points du pressing ainsi que dans les appartements situés au-dessus et dans les cages d'escalier.

Dans les pressings, les concentrations moyennes mesurées sur une semaine de prélèvement (du mercredi au mercredi, fermeture du dimanche incluse) sont, pour les pressings n°1, n°2 et n°3, respectivement de 32,2, 53,3 et 8 mg m⁻³. Dans les appartements situés directement au-dessus des commerces étudiés, les

concentrations moyennes mesurées sont respectivement de 2,2, 2,9 et 0,29 mg m⁻³.

Ces résultats indiquent la réduction notable des concentrations de tétrachloroéthylène dans les appartements que peut entraîner l'utilisation conjuguée de filtres à charbon actif et d'une VMC.

A partir des concentrations ainsi mesurées, les risques sanitaires associés aux niveaux d'exposition des habitants des immeubles abritant les pressings ont été évalués.

Sur la base d'un scénario d'exposition¹ des résidents majorant, la méthode d'évaluation des risques appliquée aux trois sites d'étude conduit aux résultats suivants, en l'état actuel des connaissances :

- les risques associés aux effets toxiques non cancérogènes sont considérés comme préoccupants (au sens où des indices de risque déterminés à partir des Valeurs Toxicologiques de Référence définies par l'OMS sont supérieurs à 1) pour les résidents exposés aux émissions des deux pressings équipés de machines de type 3. Contrairement à ces derniers, les risques sanitaires non cancérogènes liés aux émissions de tétrachloroéthylène du pressing équipé d'une machine de type 4 sont considérés comme non préoccupants.
- dans tous les cas (pressing n°1, n°2 et n°3), concernant les effets cancérogènes probables du tétrachloroéthylène, la valeur repère de risque sanitaire (10⁻⁵) est dépassée.

Les nouveaux résultats de cette étude exploratoire complètent la connaissance des expositions et des risques sanitaires liés aux émissions de tétrachloroéthylène pour les résidents d'appartements situés au-dessus d'un pressing.

Des investigations complémentaires devront être menées afin de quantifier la contribution d'autres facteurs d'influence sur l'exposition des populations comme la quantité de solvant consommée, la perméabilité des plafonds, le taux de renouvellement d'air...

¹ Population générale : 83% de la journée, 365 jours par an pendant 30 ans

3. INTRODUCTION

Ce document présente les résultats des campagnes de mesures complémentaires réalisées par l'INERIS suite à une étude bibliographique d'évaluation des risques sanitaires liés aux émissions de tétrachloroéthylène par les établissements de nettoyage à sec (Déléry, 2001) et à une première campagne de mesure réalisée en 2002 (Déléry, 2002). L'ensemble de ces études a été mené à la demande du MEDAD (Ministère de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement Durables).

La première campagne avait été menée dans deux pressings situés dans des environnements différents et équipés de machines de lavage plus ou moins récentes. Elle avait alors indiqué l'influence possible du type de la machine sur les concentrations en tétrachloroéthylène.

Les objectifs de la présente étude sont d'une part la réalisation de mesures ciblées sur trois installations différentes du point de vue du niveau d'équipement (type de machine, ventilation...) et d'autre part la réalisation d'une évaluation des risques sanitaires basée sur ces nouveaux résultats. Des mesures de tétrachloroéthylène ont pour ce faire été réalisées dans les pressings ainsi que dans les logements situés dans les étages au-dessus.

4. CONTEXTE

4.1 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 éthérée.

Aucune source naturelle 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 par inhalation, par voie orale mais également 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).

4.2 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 CTTN 2003).

Durant la phase de nettoyage, les articles, 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 (ou épingle) 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 (machine de type 3). La condensation des vapeurs de solvant est améliorée dans ce cas par l'emploi d'un fluide frigorigène parfois complété par adsorption sur filtre à charbon actif (machine de type 4). Notons qu'il existe des machines de 5^{ème} génération, munies de système de surveillance en continu des concentrations de solvant utilisées. Aucune installation en France n'en est équipée à ce jour (Delery, 2007).

Cette campagne a pour but d'étudier l'influence de l'emploi de filtres à charbon actif et de VMC sur l'exposition des populations au tétrachloroéthylène. Ainsi, les concentrations en tétrachloroéthylène mesurées dans les installations de nettoyage à sec et dans les habitations situées au-dessus ont été comparées dans deux configurations différentes :

- dans le cas de pressings munis de machines dites de 3^{ème} génération, ne possédant ni filtre à charbon actif ni VMC,
- dans le cas d'un pressing répondant aux exigences de l'arrêté type 2345 (présence de VMC) et équipé d'une machine de 4^{ème} génération.

4.3 CONTEXTE NORMATIF ET REGLEMENTAIRE

Les installations de nettoyage à sec sont des installations classées selon la rubrique 2345 de la nomenclature de la réglementation du ministère de l'environnement. Elles sont donc à ce titre soit soumises 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 sont présentées ci-dessous.

Les machines de nettoyage à sec sont concernées par les textes 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.
- 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).

- 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 Ventilation Mécanique Contrôlée (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.

Par ailleurs, pour information, le 13 juillet 2006, l'US EPA (US-EPA, 2006) a annoncé un durcissement de la réglementation pour limiter les émissions de tétrachloroéthylène dans les installations de nettoyage à sec existantes et futures :

- grandes installations industrielles et commerciales : la réglementation requiert que ces installations utilisent des équipements adaptés pour détecter les fuites, les réparer et les enregistrer dans un carnet de suivi.

- petites installations typiques : pour les installations existantes, la réglementation requiert l'élimination des machines à circuit ouvert et l'utilisation mensuelle des équipements spécialisés pour détecter les fuites, les réparer et les enregistrer dans un carnet de suivi. Pour les installations nouvelles, elle stipule l'interdiction d'utiliser des machines à circuit ouvert, l'utilisation de filtres à charbon actif dans les machines à circuit fermé munies de condenseurs réfrigérés, l'emploi mensuel des équipements spécialisés pour détecter les fuites, les réparer et les enregistrer dans un carnet de suivi.

- petites installations situées dans les bâtiments résidentiels : pour les installations existantes, la réglementation demande l'élimination des machines à circuit ouvert, l'utilisation des équipements spécialisés pour détecter les fuites, les réparer et les enregistrer dans un carnet de suivi. D'ici 2020, les machines utilisant le tétrachloroéthylène devront être progressivement supprimées et remplacées par des machines utilisant de nouvelles technologies sans tétrachloroéthylène. Pour les installations nouvelles, l'emploi du tétrachloroéthylène n'est pas autorisé. Elles doivent utiliser une méthode de nettoyage alternative ou être localisées dans un bâtiment non résidentiel.

5. CAMPAGNES DE MESURES : IDENTIFICATION DES INSTALLATIONS

Trois séries de mesure ont été menées entre 2005 et 2007. Les deux premières ont eu lieu en avril et juin 2005 dans deux pressings équipés de machines de type 3, la troisième s'est déroulée en mars 2007, dans un établissement équipé d'une machine de type 4. Pour chaque étude, des prélèvements ont été réalisés dans le pressing, dans les appartements situés au-dessus du commerce et les habitudes de vie des habitants (ventilation, tabagisme, utilisation de bougies et encens...) considérées. Les trois séries de mesures dans les pressings et les appartements seront appelées « pressing n°1 », « pressing n°2 » et « pressing n°3 », dans la suite de ce rapport. Pour chaque pressing seront précisés la nature, l'âge et le type de machine, la présence ou non d'une ventilation mécanique contrôlée (VMC). Les niveaux d'activité des pressings au cours de l'étude ont également été évalués qualitativement par le nombre de cycles réalisés par jour par une machine. Selon les hypothèses de travail de l'évaluation européenne (ECB, 2005), une activité moyenne représente 6 à 8 cycles par jour.

Pour les pressings et les appartements, l'endroit de disposition du tube de prélèvement est donné. Dans les cages d'escaliers et les cours, le nombre de prélèvements est indiqué. D'une manière générale, deux prélèvements sont effectués en chaque point.

5.1 PRESSING N°1

- **Description de l'installation**

Machine Lisa 10 Eco (10kg)

Age de la machine : 10 ans

Pas de VMC

Machine de type 3

Période d'activité normale

Pas de communication entre le pressing et le Rez-de-chaussée

- **Lieu de prélèvement**

Pressing (machine, caisse, sèche-linge, vêtements propres)

Logements situés au-dessus (du RDC- au 6^{ème} étage)

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

11-18 avril 2005

- **Températures moyennes**

Extérieur 13°C - Habitations 18°C

Pressing 19.2°C



Les points de prélèvement sont présentés dans le Tableau 1. Les appartements côté gauche sont situés au-dessus du pressing.

Tableau 1 : Points de prélèvement lors de la série de mesure « Pressing n°1 »

Etage	Cage d'escalier	Appartement Gauche	Appartement droit	Extérieur coté rue	Extérieur coté cour
5	Palier (2 prélèvements)	Salon Chambre	Cuisine Chambre	Balcon	Fenêtre
4	Palier (2 prélèvements)	-	-	-	-
3	Palier (2 prélèvements)	Salon Chambre	-	-	Fenêtre
2	Palier (2 prélèvements)	Salon Chambre	Salon Chambre	-	-
1	Palier (2 prélèvements)	Salon Chambre Extérieur coté rue	Salon Chambre	Balcon (au-dessus du pressing)	Fenêtre
RDC	Palier (2 prélèvements)	Pressing	Commerce	-	fenêtre pressing fenêtre escalier

5.2 PRESSING N°2

- **Description de l'installation**

Machine Realstar 10 RS260 E (13 kg)

Pas de VMC

Machine de type 3

Age de la machine : 12 ans

Période d'activité normale

Porte du pressing donnant sur le palier du Rez-de-chaussée (normalement fermée)

- **Lieu de prélèvement**

Pressing (table à repasser, à côté des vêtements, au fond, table à détacher)

Logements situés au-dessus (du RDC- au 6^{ème} étage)

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

23-30 juin 2005

- **Températures moyennes**

Habitations 26.9°C

Pressing 29.1°C



Les points de prélèvement sont présentés dans le Tableau 2. Les appartements côté gauche sont situés au-dessus du pressing

Tableau 2 : Points de prélèvement lors de la série de mesure « Pressing n°2 »

Etage	Appartement gauche (escalier)	Appartement gauche (fenêtre)	Cage d'escalier	Logement droit	Côté cour
6	-	-	Palier	Studio	-
5	-	Salon Chambre Cuisine	Palier	-	-
4	-	Salon Chambre	Palier	Salon Chambre Cuisine	-
3	-	Salon Chambre Cuisine	Palier	Salon, Cuisine Autre pièce Chambre Extérieur	-
2	Cuisine Chambre Bibliothèque	Salon Chambre Cuisine	Palier	Salon Chambre Salle de bain	-
1	Studio	Salon Chambre Cuisine	Palier	-	-
RDC	-	-	Palier	Pressing	Fenêtre

5.3 PRESSING N°3

- **Description de l'installation**

Machine Bowe P15 (13 kg)

Age de la machine : neuve (2006)

VMC

Machine de type 4

Période d'activité normale

Porte du pressing donnant sur cour intérieure de l'immeuble

- **Lieu de prélèvement**

Pressing (machine, caisse, table à repasser)

Logements situés au-dessus (du RDC au 7^{ème} étage, cour intérieure)

Commerce (encadreur) mitoyen

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

28 mars-4 avril 2007 et 04-11 mai 2007

- **Températures moyennes**

Habitations 20°C - Pressing 20°C



La période de deux ans séparant l'étude 3 des deux premières s'explique par la difficulté à trouver un pressing muni d'une machine de type 4.

Les points de prélèvement sont présentés dans le Tableau 3.

Tableau 3 : Points de prélèvement lors de la série de mesures « Pressing n°3 » (en chaque point, deux prélèvements sont effectués).

Etage	Appartement	Cage d'escalier	Cour intérieure	Commerce mitoyen
7 face	côté cour intérieure	Palier	-	-
6 face	salon	Palier	-	-
5 face	entrée	Palier	-	-
4 droite	entrée	Palier	-	-
3 face	bibliothèque entrée côté cour intérieure	Palier	-	-
2 face	salon (cheminée)	Palier	-	-
1 face	salon	Palier	-	-
RDC	Salon	Palier	2 prélèvements	1 prélèvement

6. METHODES DE PRELEVEMENT ET ANALYSE

6.1 SYSTEME DE PRELEVEMENT

C'est le prélèvement par tube passif qui a été choisi pour ces campagnes. Il a ainsi permis de multiplier les points de mesure au niveau du pressing, sur les paliers et à chaque étage de l'immeuble situé au-dessus de l'établissement, sur des périodes plus longues, en l'occurrence sur 7 jours. Il est ainsi possible d'intégrer les variations de concentration journalière.

De plus, leur petite taille et leur mode de fonctionnement totalement autonome (sans système de pompage) facilitent leur intégration dans les lieux de travail et dans les logements.

Les tubes utilisés ont été développés et qualifiés par l'INERIS (Frezier and Zdanevitch, 2002, Gonzalez - Flesca and Frezier, 2005) entre autre pour la mesure du tétrachloroéthylène. L'incertitude liée au prélèvement et à l'analyse est estimée entre 20 et 30 %. Une description des performances de ce type de tube, évaluées dans le cadre de ce travail pour la mesure du tétrachloroéthylène, est donnée en annexe A.

6.2 SYSTEME D'ANALYSE

Les tubes sont analysés par thermodésorption couplée à la chromatographie gazeuse par détection à ionisation de flamme. La limite de quantification est inférieure à $0.1 \mu\text{g m}^{-3}$.

L'étalonnage a été réalisé par vaporisation d'une solution liquide étalon dans le méthanol et piégeage sur tube adsorbant.

Les concentrations en tétrachloroéthylène sont déterminées à partir de la formule suivante :

$$C = \frac{m \cdot 10^6}{U \cdot t}$$

Avec : C la concentration massique en tétrachloroéthylène dans l'air en $\mu\text{g m}^{-3}$

m la masse de tétrachloroéthylène analysée en μg

U la vitesse (ou débit) de prélèvement du tube passif (en mL min^{-1})

T le temps d'exposition des tubes en minutes

Une correction relative à la température doit être appliquée aux débits de prélèvement, ces derniers étant déterminés à partir des coefficients de diffusion des composés dans l'air à 25°C :

$$U_T = U_{25^\circ\text{C}} \frac{T + 273}{298}^{1/2}$$
 $U_{25^\circ\text{C}}$ étant le débit de prélèvement donné par la littérature à 25°C et T la température moyenne, en degré Celsius, au cours du prélèvement.

7. RESULTATS

7.1 RESULTATS PAR PRESSING

La moyenne des concentrations en tétrachloroéthylène mesurées à chaque étage et dans chacun des trois pressings est répertoriée dans les tableaux ci-dessous. La totalité des concentrations mesurées (chaque point des logements et des pressings) est donnée en annexe B.

7.1.1 PRESSING N°1

Tableau 4 : Concentrations en tétrachloréthylène (mg m^{-3}) en chaque point de mesure de la campagne du pressing n°1 (incertitude de 30 %).

Etage	Cage d'escalier	Appartement gauche	Appartement droit	Extérieur côté rue	Extérieur côté cour
5	$0,97 \pm 0.29$	$0,10 \pm 0.03$	$0,48 \pm 0.14$	$0,11 \pm 0.03$	$0,06 \pm 0.02$
4	$0,97 \pm 0.29$				
3	$0,98 \pm 0.29$	$0,64 \pm 0.19$			$0,16 \pm 0.05$
2	$1,02 \pm 0.30$	$0,30 \pm 0.09$	$0,07 \pm 0.02$		
1	$1,11 \pm 0.33$	$2,17 \pm 0.65$	$0,12 \pm 0.04$	$0,17 \pm 0.05$	$0,45 \pm 0.13$
RDC	$1,29 \pm 0.38$	Pressing (voir tableau 5)	Commerce		0,93

Tableau 5 : Concentrations en tétrachloréthylène (mg m⁻³) en chaque point de mesure de la campagne du pressing n°1 dans le pressing (incertitude de 30 %).

Pressing	Machines	Caisses	Sèche-linge	A côté Vêtements propres	Moyenne
	50 ± 15	22 ± 6	26 ± 9	31 ± 9	32 ± 10

La machine répond aux exigences de la norme NF G 45011 dans la mesure où les concentrations en tétrachloréthylène mesurées dans le pressing sont inférieures à 335 mg m⁻³. Cependant, n'étant pas muni de système de ventilation, le pressing n'est pas conforme aux exigences de l'arrêté type 2345.

7.1.2 PRESSING N°2

Tableau 6 : Concentrations en tétrachloréthylène (mg m⁻³) en chaque point de mesure de la campagne du pressing n°2 (incertitude de 30 %).

Etage	Appartement gauche (escalier)	Appartement gauche (fenêtre)	Palier	Logement droit	Côté cour
6			0,74 ± 0.22	0,11 ± 0.03	
5		0,23 ± 0.07	1,12 ± 0.33		
4		0,09 ± 0.03	1,16 ± 0.34	0,11 ± 0.03	
3		0,17 ± 0.05	1,50 ± 0.45	0,10 ± 0.03	
2	0,06 ± 0.02	0,37 ± 0.11	1,50 ± 0.45	0,24 ± 0.07	
1	0,15 ± 0.04	2,94 ± 0.87	1,76 ± 0.53		
RDC			2,34 ± 0.70	Pressing (tableau 7)	0,18 ± 0.05

Tableau 7 : Concentrations en tétrachloréthylène (mg m⁻³) en chaque point de mesure de la campagne du pressing n°2, dans le pressing (incertitude de 30 %).

Pressing	Table à repasser	A côté vêtements propres	Table à détacher	Fond du pressing	Moyenne
	38 ± 11	57 ± 18	53 ± 16	61 ± 18	52 ± 16

De même que pour la machine précédente, les concentrations en tétrachloréthylène étant inférieures à 335 mg m⁻³, la machine répond aux exigences de la norme NF G 45011. Par ailleurs, le local n'est pas conforme aux exigences de l'arrêté type 2345 dans la mesure où il n'est muni d'aucun système de ventilation mécanique.

7.1.3 PRESSING N°3

Tableau 8 : Concentrations en tétrachloréthylène (mg m^{-3}) en chaque point de mesure de la campagne du pressing n°3 données avec leur incertitude de 30 %.

Etage	Appartement	Cage d'escalier	Commerce mitoyen
7 face	0.10 ± 0.03	0.16 ± 0.04	
6 face	0.25 ± 0.07	0.17 ± 0.05	
5 face	0.14 ± 0.04	0.19 ± 0.06	
4 droite	0.014 ± 0.001	0.20 ± 0.06	
3 face	0.063 ± 0.02	0.20 ± 0.06	
2 face	0.059 ± 0.02	0.22 ± 0.06	
1 face	0.29 ± 0.08	0.24 ± 0.07	
RDC	0.010 ± 0.001	0.24 ± 0.07	0.020 ± 0.001

Tableau 9 : Concentrations en tétrachloréthylène (mg m^{-3}) en chaque point de mesure de la campagne du pressing n°3, dans le pressing et la cour intérieure données avec leur incertitude de 30 %.

Pressing	Etagères Au fond	Etagères entrée	Cour intérieure	Moyenne
	11 ± 3	7 ± 2	7 ± 2	8 ± 2

Les concentrations dans le pressing étant inférieures à 335 mg m^{-3} , la machine est aux normes. Le pressing répond aux exigences de l'arrêté type 2345 vis à vis de l'installation d'un système de ventilation mécanique.

7.2 COMPARAISON DES RESULTATS

D'une manière générale, les concentrations en tétrachloroéthylène mesurées lors de la série de mesure « pressing n°3 », menée dans un pressing équipé d'une machine possédant un filtre à charbon actif, sont largement inférieures à celles mesurée dans les « pressing n°1 et n°2 ».

Ceci est observé aussi bien dans les appartements que dans les cages d'escaliers et les pressings ainsi que le montrent les figures 3, 4 et 5.

7.2.1 CONCENTRATION DANS LA CAGE D'ESCALIER

La figure 3 présente l'évolution des concentrations en fonction des étages, dans la cage d'escalier, pour les trois séries de mesure. Une décroissance des concentrations est observable, quelle que soit la campagne, au fur à mesure que l'on s'élève dans les étages. Cette tendance est particulièrement remarquable au niveau des mesures réalisées sur les paliers, moins assujetties aux modes de vies des habitants (aération plus ou moins fréquente, tabagisme...).

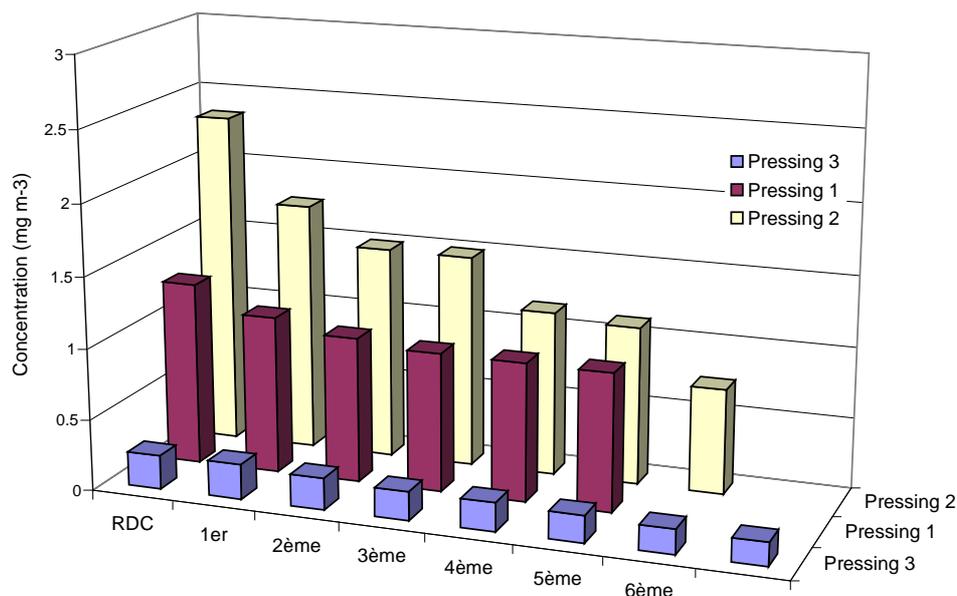


Figure 1 : Comparaison des concentrations dans les cages d'escalier pour les trois séries de mesure (pressings n°1, n°2 et n°3)

7.2.2 CONCENTRATIONS DANS LES APPARTEMENTS

Même si les profils d'évolution des concentrations dans les appartements décrivent une décroissance avec l'élévation dans les étages, quelques exceptions sont observées (Figure 2). C'est le cas par exemple des appartements du troisième étage gauche et du 5^{ème} étage face dans le cas du pressing n°1. Une mauvaise aération de l'appartement ou la présence d'articles nettoyés récemment (source intérieure) pourrait expliquer une telle augmentation de la concentration en tétrachloroéthylène par rapport aux résultats obtenus au 2^{ème} étage.

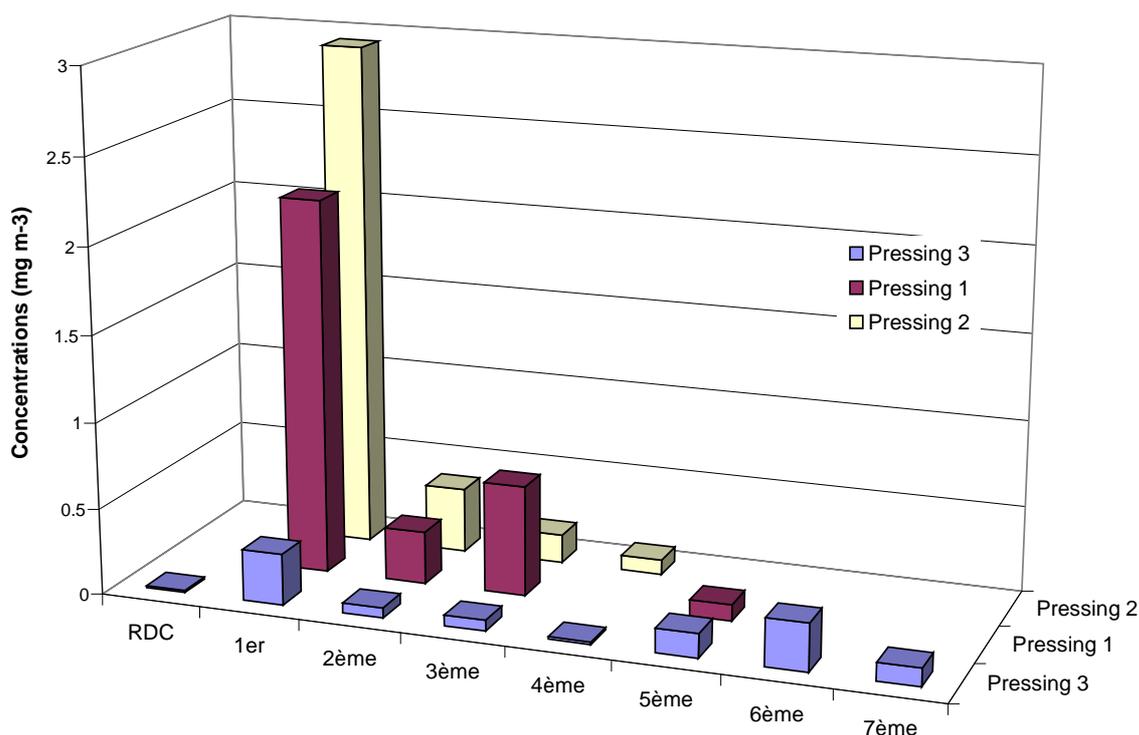


Figure 2 : Comparaison des concentrations moyennes mesurées dans les appartements pour les trois séries de mesure (pressings n°1, n°2 et n°3).

Le même type d'observation est fait aux 5^{ème}, 6^{ème} et 7^{ème} étages de la série de mesure « pressing n°3 » qui ne présente pas le profil attendu de décroissance des concentrations avec l'élévation dans les étages. Ce phénomène peut être expliqué par des travaux de peinture effectués peu de temps avant la période de prélèvement. Des composés pourraient avoir interféré avec le tétrachloroéthylène, conduisant à une surestimation des concentrations. L'analyse des échantillons se faisant par GC/FID et non par spectrométrie de masse, il n'est pas possible d'identifier un éventuel composé qui co-éluerait avec le tétrachloroéthylène.

Les données disponibles pour comparer les valeurs obtenues lors de ces trois nouvelles campagnes sont issues de la littérature (Déléry, 2001, OMS, 2006), du rapport portant sur la précédente campagne de mesures (Déléry, 2002) et de la campagne nationale « logements » de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur, 2006).

En ce qui concerne l'air intérieur, les données de la littérature (Déléry, 2001) sont comprises entre 5 µg m⁻³ au Japon (Tokuhara et Kido, 1997) à 50 µg m⁻³ aux Etats-Unis (Wallace et Nelson, 1991). Aux Pays-Bas, la concentration médiane dans l'air intérieur des lieux d'habitation est égale à 4 µg m⁻³, avec une teneur maximale d'environ 50 à 200 µg m⁻³ (OMS, 2006).

Les concentrations mesurées dans le cadre de cette campagne, pour les séries de mesure « pressing n°1 » et « pressing n°2 » sont supérieures à ces valeurs.

Pour les appartements situés au-dessus d'un pressing, les données de la littérature montrent des niveaux de concentrations d'environ 2 mg m^{-3} aux Etats-Unis (Garetano and Gochfeld, 2000, Schreiber, et al., 2002). Les niveaux de concentration mesurés au cours de cette campagne, à nouveau pour les séries de mesure « pressing n°1 » et « pressing n°2 », sont donc comparables à ceux rapportés dans la littérature.

Par ailleurs, dans l'entrée de l'immeuble jouxtant le commerce étudié en 2002 (Déléry, 2002), la concentration moyenne en tétrachloroéthylène obtenue au niveau du rez-de-chaussée était de $1,6 \text{ mg m}^{-3}$. Cette valeur est comparable aux concentrations moyennes mesurées dans les cages d'escalier, au rez-de-chaussée au cours de la campagne 2005-2007 à savoir $1,3 \text{ mg m}^{-3}$ (pressing 1) et $2,3 \text{ mg m}^{-3}$ (pressing 2). Le résumé du rapport de cette étude est donné en annexe C. Il est cependant important de rappeler ici que les systèmes de prélèvements employés en 2002 et en 2005-2007 étaient différents, le premier mesurant les concentrations en tétrachloroéthylène sur quelques heures (canister), le second sur toute une semaine (tube passif).

La campagne nationale « logements » de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur, 2006) menée entre octobre 2003 et décembre 2005 sur un échantillon de 567 logements tirés au sort à l'échelle nationale a permis de mesurer des niveaux de concentration dans l'air des logements français (intérieur, extérieur, garages attenant et communicant) pour plusieurs polluants dont le tétrachloroéthylène. Pour 95 % des logements échantillonnés, la concentration dans l'air intérieur est inférieure à $7,4 \text{ } \mu\text{g m}^{-3}$ (concentration dans l'air extérieur associée : $4 \text{ } \mu\text{g m}^{-3}$). Cette valeur est inférieure d'un facteur 400 aux concentrations mesurées aux 1^{ers} étages des études « pressings 1 et 2 » et d'un facteur 40 à celles mesurées au 1^{er} étage de l'étude « pressing 3).

7.2.3 CONCENTRATIONS DANS LES PRESSINGS

En ce qui concerne les concentrations dans les pressings, une réduction notable des niveaux en tétrachloroéthylène est observable dans le pressing n°3, seul doté d'une machine de 4^{ème} génération et d'une VMC. Les concentrations passent en effet de 50 et 30 mg m^{-3} pour les deux premiers, à moins de 10 mg m^{-3} pour le troisième ainsi que le montre la Figure 3.

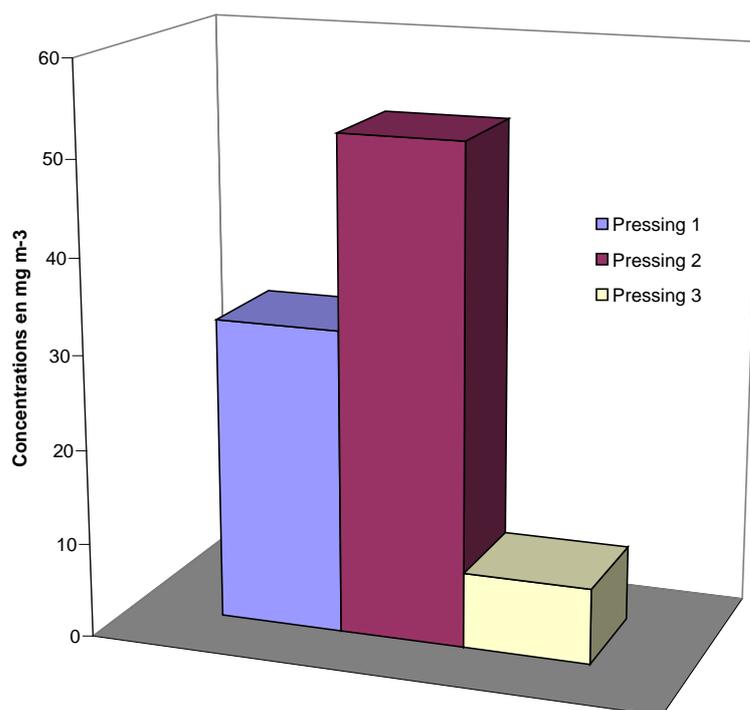


Figure 3 : Comparaison des concentrations moyennes dans les pressings pour les trois séries de mesure (pressings n°1, n°2 et n°3)

En supposant la quantité de solvant utilisée équivalente, l'élément majeur différenciant les trois pressings réside en la présence d'un filtre à charbon actif pour le pressing n°3 ainsi d'une VMC. L'action conjuguée de ce filtre et de la VMC semble donc être importante pour la réduction des émissions de tétrachloroéthylène.

En ce qui concerne la ventilation, seul le pressing 3 est équipé du système de ventilation mécanique imposée par l'arrêté type 2345. Le pressing n°2 quant à lui est muni d'une aération dite « naturelle » correspondant à la présence d'une porte à l'arrière du commerce. L'ouverture de cette porte peut dépendre des saisons (ouverture fréquente en été, fermeture en hiver), des habitudes du personnel... Il est ainsi important de noter qu'il nous est difficile de qualifier la ventilation du pressing et qu'il serait intéressant, dans le cadre d'études ultérieures, d'évaluer le taux de renouvellement d'air de la pièce.

Ainsi, cette campagne permet de fournir une première évaluation de l'impact de l'emploi d'un filtre à charbon actif conjuguée à une ventilation mécanique sur les concentrations en tétrachloroéthylène mesurées à la fois dans les habitations et les commerces.

Il serait par ailleurs intéressant d'évaluer l'efficacité de l'action d'une ventilation mécanique seule sur ces niveaux de concentration.

Le Tableau 10 récapitule les résultats obtenus pour les deux campagnes de 2002 et 2005-2007 (le 1^{er} pressing de la campagne de 2002 n'y est pas inclus dans la mesure où les prélèvements n'avaient pas été réalisés dans le pressing même). La notion d'activité du pressing, liée au nombre de cycles effectués par la machine, par jour, est indiquée. L'activité est considérée comme faible lorsque le nombre de cycles effectué sur la période de prélèvement est inférieur au nombre de cycles moyen habituellement réalisé.

Tableau 10 : Comparaison des résultats obtenus dans les pressings pour les deux campagnes, 2002 et 2005-2007

Date	Type de machine	Ventilation	Activité	Concentrations (mg m ⁻³)
Juillet 2002	Type 3	Aération naturelle	Faible	11
Avril 2005 (« pressing 1 »)	Type 3	Pas d'aération	Normale	32
Juin 2005 (« pressing 2 »)	Type 3	Aération naturelle	Normale	53
Juin 2007 (« pressing 3 »)	Type 4	VMC	Normale	8

Lors de la campagne de 2002, un pressing situé dans un immeuble et possédant une machine de type 3 avait été étudié. L'aération y était naturelle (possibilité d'ouverture de porte et fenêtres à l'arrière du magasin). La concentration moyenne mesurée dans le pressing était de 11 mg m⁻³ en période de faible activité. La nouvelle campagne menée entre 2005 et 2007 (pressing n°1 et n°2) fait état de concentrations moyennes bien supérieures (32 et 53 mg m⁻³) avec des caractéristiques comparables (type de machine et ventilation) à l'exception de l'activité qui était normale pour ces deux derniers pressings. Rappelons à nouveau les différences de durée de prélèvement (quelques heures pour 2002, 7 jours pour 2005), différences pouvant expliquer les écarts entre les deux campagnes. Pour le 3^{ème} pressing qui a permis d'étudier un pressing possédant une machine de type 4 avec ventilation mécanique, une concentration moyenne de 8 mg m⁻³ a été mesurée.

Les données disponibles pour comparer les valeurs obtenues dans les pressings lors de la campagne de 2005-2007 sont issues d'une étude récente (INRS, 2007). L'INRS rapporte ainsi une exposition moyenne de 69 mg m⁻³ dans les pressings commerciaux, valeur comparable aux concentrations mesurées dans les pressings 1 et 2.

En faisant l'hypothèse d'une activité comparable pour les trois pressings, les résultats montrent une baisse notable des concentrations en tétrachloroéthylène, baisse que l'on peut supposer liée à la mise en place d'une machine de type 4 conjuguée à l'installation d'une VMC dans le pressing.

Sur la base des concentrations mesurées dans les appartements situés au-dessus, il est possible d'évaluer le risque sanitaire associé au niveau d'exposition pour les habitants y résidant.

8. EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES

Cette étude a pour objectif d'évaluer les risques sanitaires liés aux émissions atmosphériques de tétrachloroéthylène et caractéristiques du fonctionnement normal des installations de nettoyage à sec. Par conséquent, seuls les effets sanitaires associés à des expositions chroniques des populations seront étudiés par la suite.

8.1 EVALUATION DE LA TOXICITE CHRONIQUE DU TETRACHLOROETHYLENE PAR INHALATION (INERIS, 2006)

Les effets sanitaires associés à une exposition chronique de l'Homme par inhalation au tétrachloroéthylène sont les suivants : toxicité rénale et neurologique², effets sur la reproduction et/ou le développement et effets cancérogènes probables (OMS, 2006).

Les éléments de preuve en faveur d'une cancérogénicité du tétrachloroéthylène pour les sujets humains exposés en milieu professionnel sont limités. Ainsi, d'après l'OMS : « L'étude de la mortalité par cancer parmi le personnel des établissements de nettoyage à sec fait ressortir une mortalité élevée due à des cancers de l'œsophage et du col de l'utérus. Il y aurait également, selon certaines indications, un excès de cancers du rein (OMS, 2006) ».

Le tétrachloroéthylène est classé dans le groupe 2A (probablement cancérogène pour l'homme) par le CIRC depuis 1995.

En Europe, le tétrachloroéthylène est classé dans les cancérigènes de catégorie 3 (R40= substance préoccupante pour l'homme en raison d'effets cancérigènes possibles) depuis 1996 (22^{ème} adaptation au progrès technique de la directive 67/548/CE concernant le rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives relatives à la classification, l'emballage et l'étiquetage des substances dangereuses). En mai 2001, le groupe technique européen pour la classification et l'étiquetage des substances existantes³ a décidé (le vote n'est toujours pas acté au moment de la rédaction du rapport) de classer le tétrachloroéthylène R38 (irritant cutané) et R67 (l'inhalation de vapeurs peut provoquer somnolence et vertiges).

Les effets reprotoxiques sont toujours en discussion au sein du groupe technique européen pour la classification et l'étiquetage des substances existantes. En effet, quelques études épidémiologiques portant sur des femmes exposées au tétrachloréthylène en milieu professionnel montrent qu'elles courent un risque plus élevé d'avortement spontané (OMS, 2006).

Pour plus de détail sur les données toxicologiques, on se reportera à la fiche de données INERIS, 2006) et à la monographie récente CICAD réalisée par le programme international de sécurité chimique (INCHEM) (OMS, 2006).

² perturbation de la perception spatiale visuelle et du traitement de l'information visuelle par le cerveau observée lorsque l'exposition moyenne est égale à 100 mg/m³

³ Technical committee on classification and labelling de l'European Chemical Bureau (ECB)

Des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) ont été établies pour la voie inhalation pour la population générale. Elles ont été déterminées par différents organismes de référence et sont présentées dans le Tableau 11.

Tableau 11 : Valeurs Toxicologiques de référence (VTR) disponibles pour une exposition chronique par inhalation au tétrachloroéthylène

Type d'effet	Effet observé	Espèce	VTR	Facteurs d'incertitude	Référence année révision
Non cancérigène	Rénaux	Homme	VG = 250 $\mu\text{g m}^{-3}$	100	OMS, 2000
	Neurologiques	Homme	MRL = 280 $\mu\text{g m}^{-3}$	100	ATSDR, 1997
	Rénaux Neurologiques	Homme	TC = 240 $\mu\text{g m}^{-3}$ TC = 200 $\mu\text{g m}^{-3}$	100	OMS, 2006
Cancérigène	Tumeurs hépatiques	Animal	ERU _{inh} = 5,9.10 ⁻⁶ ($\mu\text{g m}^{-3}$) ⁻¹	-	OEHHA, 2005
	Tumeurs hépatiques + leucémies	Animal	ERU _{inh} = 7,1.10 ⁻⁷ ($\mu\text{g m}^{-3}$) ⁻¹	-	US-EPA, 1998
	Tumeurs hépatiques	Animal	ERU _{inh} = (1,8-5,2).10 ⁻⁶ ($\mu\text{g m}^{-3}$) ⁻¹	--	OMS, 2006

Légende :

VG : Valeur Guide, MRL : Minimal Risk Level, TC : Tolerable Concentration, ERU : Excès de Risque Unitaire

En grisé, l'ERU proposé dans un rapport US-EPA, 1998, non validé dans la base IRIS de l'US EPA ; l'évaluation des risques sanitaires, destinée à mettre à jour la base IRIS, est attendue pour fin 2008

Pour information, la partie « santé humaine » de l'évaluation des risques européenne n'est toujours pas finalisée (ECB, 2005).

NB : Valeurs guides de qualité de l'air intérieur (VGAI)

Devant les difficultés rencontrées pour établir des VTR « air intérieur », plusieurs valeurs guides de gestion ont été proposées par différents Etats :

- en Autriche, les travaux menés sous l'égide du ministère de l'environnement proposent la valeur guide pour la qualité de l'air intérieur de 250 $\mu\text{g m}^{-3}$ (Österreich, 2003).
- le département de santé de l'Etat de New York (NYSDOH) a développé une valeur guide de l'air intérieur de 100 $\mu\text{g m}^{-3}$ (Schreiber, et al., 2002).
- A partir des résultats de 4 enquêtes d'exposition en air intérieur aux composés organiques volatils, des scientifiques allemands de l'Institut d'Hygiène et de Médecine Environnementale de l'Université de Berlin (Schleibinger, et al., 2003) ont proposé des valeurs cibles et des valeurs guides pour la qualité de l'air intérieur pour 100 composés organiques volatils dont le tétrachloroéthylène. Pour ce dernier, les valeurs proposées sont les suivantes : valeur cible de 1 $\mu\text{g m}^{-3}$ et valeur guide de 5 $\mu\text{g m}^{-3}$.

Le département de protection de l'environnement de l'Etat du Connecticut aux Etats-Unis a proposé en 2003 une valeur cible de qualité de l'air intérieur de $5 \mu\text{g m}^{-3}$ (CDEP, 2003).

Choix des VTR par inhalation pour l'évaluation des risques

Deux types de populations sont exposés aux émissions de tétrachloroéthylène de l'activité de nettoyage à sec : la population professionnelle et la population générale habitant des logements généralement situés au-dessus des installations.

En ce qui concerne la population professionnelle, l'évaluation des expositions est habituellement réalisée en comparant les niveaux d'exposition aux VME (Valeur Moyenne d'Exposition). Pour le tétrachloroéthylène, cette valeur est de 335 mg m^{-3} (50 ppm) pour 8 heures d'exposition au poste de travail⁴. Cette valeur a été publiée dans une circulaire de 1983 du Ministère du Travail.

En l'état actuel des connaissances, il n'existe pas de VTR professionnelle permettant d'évaluer les risques par inhalation liés au tétrachloroéthylène. Un groupe de travail de l'AFSSET est actuellement chargé de construire de telles valeurs mais il n'en existe pas pour l'instant pour le tétrachloroéthylène.

Il n'est donc pas possible de prendre en compte cette population dans l'évaluation des risques.

A titre d'information, les VTR établies pour les effets à seuil pour la population générale (Tableau 11) ont été obtenues à partir de données d'exposition en milieu professionnel suite à l'utilisation d'un facteur de sécurité de 100 prenant en compte la variabilité intra-humaine (facteur de 10) du fait que le point de départ est une Dose Minimale d'Effet NOcif⁵.(DMENO) et non une dose sans effet.

Population générale

En 2002, les valeurs retenues pour la quantification des risques sanitaires étaient les suivantes :

- $250 \mu\text{g m}^{-3}$ pour les effets chroniques à seuil de type rénal (OMS, 2000),
- $280 \mu\text{g m}^{-3}$ pour les effets chroniques à seuil de type neurologique (ATSDR, 1997),
- un intervalle d'ERU compris entre $7,1 \cdot 10^{-7} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ (US-EPA, 1998) et $5,9 \cdot 10^{-6} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ (OEHHA, 2005) pour les effets cancérigènes.

Pour tenir compte de l'évolution des connaissances, nous proposons d'utiliser les VTR à seuil proposées par l'OMS en 2006 et d'utiliser l'ERU établi par l'OEHHA et proche de la valeur haute de la fourchette d'ERU de l'OMS (2006). L'impact de la prise en compte de ces nouvelles valeurs à seuil par rapport aux résultats de la quantification des risques de 2002 sera discuté dans l'analyse des incertitudes.

⁴ pour information, la valeur proposée par l'ACGIH est de 25 ppm (172.5 mg m^{-3}).

⁵ Plus faible dose de substance pour laquelle on observe une augmentation statistiquement (ou biologiquement) significative en fréquence ou en sévérité d'un effet nocif dans un groupe exposé à la substance par rapport à un groupe non exposé

8.2 EVALUATION DE L'EXPOSITION DE LA POPULATION GENERALE

Selon la méthode d'évaluation des risques sanitaires (INERIS, 2003), pour évaluer l'exposition chronique par inhalation, on calcule une concentration moyenne inhalée par jour définie par l'équation suivante :

$$CI = [\sum(C_i \times t_i)] \times F$$

Avec CI, concentration moyenne inhalée (en $\mu\text{g m}^{-3}$)

C_i , concentration du polluant dans l'air inhalé pendant la fraction de temps t_i

t_i , fraction d'exposition à la concentration C_i pendant une journée

F, fréquence d'exposition (sans unité : nombre de jours d'exposition par an)

Dans cette étude, l'hypothèse selon laquelle les concentrations moyennées sur la semaine de mesures sont représentatives de l'exposition chronique est faite.

Par ailleurs, la position des tubes passifs, à hauteur des voies respiratoires, est jugée représentative de l'exposition des personnes.

8.2.1 DEFINITION DU SCENARIO D'EXPOSITION

Pour rester en cohérence avec les études précédentes, pour les personnes résidant au-dessus du pressing, on fait l'hypothèse d'une exposition de 20 heures par jour à l'intérieur ($t_i = 20/24 = 0,83$). Ce choix du temps d'exposition est proche des percentiles p95 pour les adultes actifs et p50 pour les adultes inactifs du Budget Espace Temps (BET) des personnes enquêtées à l'occasion de la campagne pilote de l'OQAI pour le logement (Dor, et al., 2004), présenté dans le tableau ci-dessous :

Tableau 12 : Fraction de temps passée à l'intérieur pour les adultes, actifs et inactifs percentiles 50 et 95 (Dor, et al., 2004)

	p50	p95
Adultes actifs	59 %	88 %
Adultes inactifs	77 %	97 %

Afin de prendre en compte les gens susceptibles de résider toute l'année dans leur logement, on considère une fréquence d'exposition de 365 jours par an ($F=1$). Pour l'évaluation des risques cancérigène, le temps de résidence dans l'immeuble abritant le pressing est pris égal à 30 ans (Nedellec, et al., 1998).

Les données étant plus précises qu'en 2002 où seules des mesures sur les paliers avaient été réalisées, les données issues des mesures dans les logements seront utilisées préférentiellement à celles issues des mesures sur les paliers, moins représentatives de l'air inhalé par les résidents. Pour simplifier les calculs, on utilisera, pour un lieu donné, la moyenne arithmétique des résultats de mesures disponibles.

8.2.2 QUANTIFICATION DE L'EXPOSITION

Les concentrations moyennes inhalées CI sont rapportées dans le Tableau 13, le Tableau 14 et le Tableau 15 respectivement pour les pressings n°1, n°2 et n°3.

Tableau 13 : Concentrations moyennes inhalées par les résidents de l'immeuble abritant le pressing n°1

		Population générale ($\mu\text{g m}^{-3}$)				
		Etage	1	2	3	5
Appartement droit	Ci		120	70	/	480
Appartement gauche			2170	300	640	100
		ti	0.83	0.83	0.83	0.83
		F	1	1	1	1
Appartement droit	CI		100	58	/	398
Appartement gauche			1801	249	531	83

Pour les personnes résidant au premier étage au-dessus du pressing n°1, la concentration moyenne inhalée dans le logement est proche de 2 mg m^{-3} . Elle est comprise entre $80 \text{ et } 400 \mu\text{g m}^{-3}$ au 5^{ème} et dernier étage.

Tableau 14 : Concentrations moyennes inhalées par les résidents de l'immeuble abritant le pressing n°2

		Population générale ($\mu\text{g m}^{-3}$)						
		Etage	1	2	3	4	5	6
Logement droit	Ci		/	240	100	110.0	/	110.0
Appartement gauche (escalier)			150	60.0	/	/	/	/
Appartement gauche (fenêtre)			2940	370	170	90	230	/
		ti	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
		F	1	1	1	1	1	1
Logement droit	CI		/	199	83	91	/	91
Appartement gauche (escalier)			125	50	/	/	/	/
Appartement gauche (fenêtre)			2440	307	141	75	191	/

Pour les personnes résidant au premier étage de l'immeuble abritant le pressing n°2, la concentration moyenne inhalée dans le logement est comprise entre $125 \mu\text{g m}^{-3}$ pour l'appartement gauche (escalier) et $2,4 \text{ mg m}^{-3}$ pour l'appartement gauche (fenêtre). Elle est estimée à $90 \mu\text{g m}^{-3}$ au 6^{ème} et dernier étage pour le logement droit.

Tableau 15 : Concentrations moyennes inhalées par les résidents de l'immeuble abritant le pressing n°3

		Population générale ($\mu\text{g m}^{-3}$)							
Etage	RDC	1	2	3	4	5	6	7	
Ci	11	296	59	63	15	140	248	104	
ti	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	
F	1	1	1	1	1	1	1	1	
CI	9	246	49	52	12	116	206	86	

Pour les personnes résidant au premier étage de l'immeuble abritant le pressing n°3, la concentration moyenne inhalée dans le logement est proche de 250 µg m⁻³. Elle est estimée à environ 90 µg m⁻³ au 7^{ème} et dernier étage avec une concentration moyenne inhalée remarquable d'environ 200 µg m⁻³ au 6^{ème} étage pour une raison inconnue (probablement liée aux usages des résidents, à des travaux ou à une mauvaise ventilation).

8.3 CARACTERISATION DU RISQUE SANITAIRE

On rappelle que le calcul des risques sanitaires s'effectue différemment suivant que l'on considère des effets à seuil ou des effets cancérogènes sans seuil :

Pour les effets à seuil, on calcule un Indice de Risque (IR) selon la formule :

$$IR = \frac{CI}{VTR}$$

L'indice de risque est comparé à la valeur repère de 1.

Pour les effets cancérogènes, on calcule un Excès de Risque Individuel (ERI) selon l'expression :

$$ERI = ERU \times CI \times \frac{T}{Tm}$$

avec T : Durée d'exposition en années (dans le cas de notre étude : 30 ans)
 Tm : Période de temps pendant laquelle l'exposition est moyennée (pour la vie entière la valeur utilisée par convention est de 70 ans)
 ERU : Excès de Risque Unitaire

L'ERI est comparé avec la valeur repère de 10⁻⁵.

8.3.1 ESTIMATION PONCTUELLE DU RISQUE

8.3.1.1 CALCULS DES RISQUES POUR LA CAMPAGNE N°1

Le Tableau 16 présente les indices de risque (risques neurologiques et rénaux) calculés pour le scénario d'exposition retenu pour l'étude.

Tableau 16: Indices de risque liés à l'inhalation chronique de tétrachloroéthylène par les résidents de l'immeuble abritant le pressing n°1

Etage	Population générale			
	Logement droit		Logement gauche	
	Effets rénaux	Effets neurologiques	Effets rénaux	Effets neurologiques
1	0.4	0.5	7.5	9.0
2	0.2	0.3	1.0	1.2
3	/	/	2.1	2.7
5	1.7	2.0	0.3	0.4

- Les indices de risque sont :
- supérieurs à 1 pour les résidents des 1^{er}, 3^{ème} (logements gauche) et 5^{ème} étages (logement droit),
- proches de 1 pour les résidents du 2^{ème} étage (logements gauche),
- inférieurs à 1 pour les résidents des 1^{er}, 2^{ème} (logements droit) et 5^{ème} étages (logements gauche).

En conclusion, d'après les résultats de cette série de mesures « pressing n°1 », les risques non cancérogènes calculés pour les résidents des 1^{er}, 3^{ème} (logements gauche situés au-dessus du pressing) et 5^{ème} étages (logement droit) de l'immeuble, selon les hypothèses d'exposition choisies, sont considérés comme préoccupants en l'état des connaissances actuelles. Pour toutes les autres situations, les risques non cancérogènes sont considérés comme non préoccupants.

Les valeurs calculées pour les excès de risque individuel (risques cancérogènes) sont présentées dans le Tableau 17.

Tableau 17: Excès de risque individuel liés à l'inhalation chronique de tétrachloroéthylène par les résidents de l'immeuble abritant le pressing n°1

	Population générale	
	Logement droit	Logement gauche
Etage	VTR OEHHA	
1	2.5E-04	4.6E-03
2	1.5E-04	6.3E-04
3	/	1.3E-03
5	2.1E-04	2.0E-03

Les excès de risque cancérogènes pour les personnes résidant dans les appartements de l'immeuble sont compris entre $1,5 \cdot 10^{-4}$ et $4,6 \cdot 10^{-3}$ selon l'étage considéré.

Sur la base des hypothèses de travail qui ont servi à la construction du scénario d'exposition, les risques cancérogènes calculés pour les personnes résidant aux différents étages au-dessus du pressing n°1 sont supérieurs à la valeur repère de 10^{-5} compte tenu des connaissances toxicologiques disponibles actuellement.

8.3.1.2 CALCULS DES RISQUES POUR LA CAMPAGNE N°2

Le Tableau 18 présente les indices de risque (risques neurologiques et rénaux) calculés pour le scénario d'exposition retenu pour l'étude.

Tableau 18: Indices de risque liés à l'inhalation chronique de tétrachloroéthylène par les résidents de l'immeuble abritant le pressing n°2

Etage	Logement droit		Logement gauche (escalier)		Logement gauche (fenêtre)	
	Effets rénaux	Effets neurologiques	Effets rénaux	Effets neurologiques	Effets rénaux	Effets neurologiques
1	/	/	0.5	0.6	10.2	12.2
2	0.8	1.0	0.2	0.2	1.3	1.5
3	0.3	0.4	/	/	0.6	0.7
4	0.4	0.5	/	/	0.3	0.4
5	/	/	/	/	0.8	1.0
6	0.4	0.5	/	/	/	/

Les indices de risque sont :

- supérieurs à 1, pour les résidents du 1^{er} étage (logement gauche (fenêtre) au-dessus du pressing),
- proches de 1, pour les résidents du 2^{ème} et 5^{ème} étages (logement gauche (fenêtre)) et 2^{ème} étage (logement droit),
- inférieurs à 1 pour les résidents de tous les étages ayant fait l'objet de mesures situés côté gauche escalier, aux 3^{ème}, 4^{ème} et 6^{ème} étages situés côté droit et pour les résidents des 3^{ème} et 4^{ème} étages situés côté gauche fenêtre.

En conclusion, d'après ces résultats de mesures « pressing n°2 », le risque non cancérigène calculé pour les occupants du logement du 1^{er} étage situé au-dessus du pressing de l'immeuble, selon les hypothèses d'exposition choisies, est considéré comme préoccupant en l'état des connaissances actuelles. Dans toutes les autres situations, les risques sanitaires non cancérigènes sont considérés comme non préoccupants.

Les valeurs calculées pour les excès de risque individuel sont présentées dans le Tableau 19.

Tableau 19: Excès de risque individuel liés à l'inhalation chronique de tétrachloroéthylène par les résidents de l'immeuble abritant le pressing n°2

	Logement droit	Logement gauche (escalier)	Logement gauche (fenêtre)
Etage	VTR OEHHA		
1	/	3.1E-04	6.2E-03
2	5.0E-04	1.3E-04	7.8E-04
3	2.1E-04	/	3.6E-04
4	2.3E-04	/	1.9E-04
5	/	/	4.8E-04
6	2.3E-04	/	/

Les risques cancérigènes pour les personnes résidant dans les appartements du bâtiment abritant le pressing sont compris entre $1,9 \cdot 10^{-4}$ et $6,2 \cdot 10^{-3}$ selon l'étage considéré.

Sur la base des hypothèses du scénario d'exposition, les excès de risque cancérigènes calculés pour les personnes résidant aux différents étages du bâtiment abritant le pressing n°2 sont supérieurs à la valeur repère de 10^{-5} compte tenu des connaissances toxicologiques disponibles actuellement.

8.3.1.3 CALCULS DES RISQUES POUR LA CAMPAGNE N°3

Le Tableau 20 présente les indices de risque calculés pour le scénario d'exposition retenu pour l'étude.

Tableau 20 : Indices de risque liés à l'inhalation chronique de tétrachloroéthylène par les résidents de l'immeuble abritant le pressing n°3

Etage	Appartement	
	Effets rénaux	Effets neurologiques
7 face	0.36	0.43
6 face	0.86	1.03
5 face	0.48	0.58
4 droite	0.05	0.06
3 face	0.22	0.26
2 face	0.20	0.24
1 face	1.03	1.23
RDC	0.04	0.05

L'ensemble des indices de risque est inférieur ou proche de 1 pour les logements de tous les étages.

En conclusion, d'après les résultats de cette série de mesures « pressing n°3 », les risques non cancérigènes calculés pour l'ensemble des occupants des logements de l'immeuble situés au-dessus du pressing, selon les hypothèses d'exposition choisies, sont considérés comme non préoccupants en l'état des connaissances actuelles.

Les valeurs calculées pour les excès de risque individuel sont présentées dans le Tableau 21.

Tableau 21 : Excès de risque individuel liés à l'inhalation chronique de tétrachloroéthylène par les résidents de l'immeuble abritant le pressing n°3

	Appartement
Etage	VTR OEHHA
7 face	2.2E-04
6 face	5.2E-04
5 face	2.9E-04
4 droite	3.1E-05
3 face	1.3E-04
2 face	1.2E-04
1 face	6.2E-04
RDC	2.4E-05

Les excès de risque cancérigène pour les personnes résidant dans les appartements du bâtiment abritant le pressing sont compris entre $2,4 \cdot 10^{-5}$ et $6,2 \cdot 10^{-4}$ selon l'étage considéré.

Sur la base des hypothèses du scénario d'exposition, les excès de risque cancérigène calculés pour les personnes résidant aux différents étages du bâtiment abritant le pressing n°3 sont supérieurs à la valeur repère de 10^{-5} compte tenu des connaissances toxicologiques disponibles actuellement.

8.3.1.4 DISCUSSION

Le Tableau 22 et le Tableau 23 présentent respectivement une comparaison des indices de risque (IR) pour les effets neurologiques à seuil (OMS, 2006) et des excès de risque cancérigène (ERI) calculés à partir de l'ERU de l'OEHHA, 2005).

Tableau 22: Comparaison des indices de risque (effets neurologiques à seuil) pour les résidents des étages (min-max) pour les 3 pressings investigués

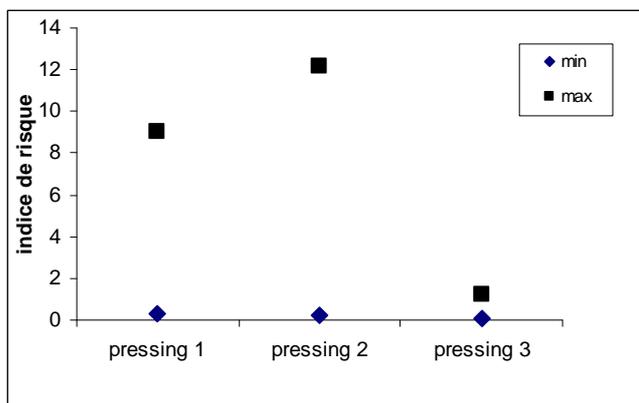
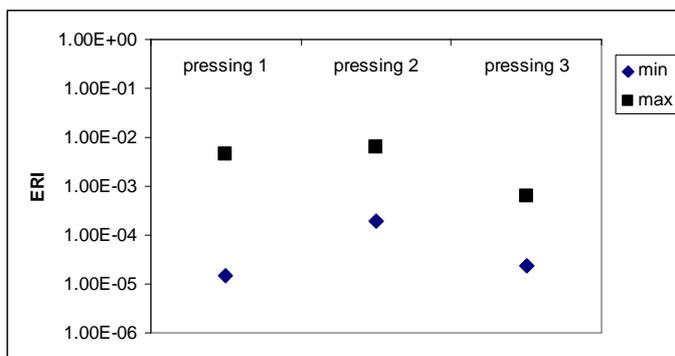


Tableau 23 : Comparaison des excès de risque cancérogène (ERU, OEHHA 2005) pour les résidents des étages (min-max) pour les 3 pressings investigués



L'ensemble de ces résultats met en évidence la réduction des niveaux de risque, non cancérogènes et cancérogènes, d'environ un facteur 10 pour les résidents du 1^{er} étage entre le pressing 3 équipé d'une machine de type 4 et d'une VMC et les pressings 1 et 2 équipés de machines de type 3 et d'une ventilation naturelle. Sous réserve d'une activité comparable entre les 3 pressings investigués, on peut supposer que cette réduction est essentiellement liée à la mise en place d'une machine de type 4 conjuguée à l'installation d'une VMC dans le pressing.

Par ailleurs, la comparaison des niveaux de risque calculés pour les résidents du logement situé directement au-dessus du pressing dans le cadre de ces nouvelles campagnes avec ceux obtenus à partir des données de la littérature d'une part (Déléry, 2001) et des résultats de la 1^{ère} étude de terrain (Déléry, 2002) d'autre part, bien que limitée du fait des différences existant entre les machines étudiées, les conditions de réalisation des campagnes de mesures et le nombre de mesures, montre que :

- Pour les risques non cancérogènes, les valeurs des indices de risque (IR) calculés dans cette nouvelle étude pour les effets neurologiques pour des pressings possédant une machine de type 3 et une ventilation naturelle (Tableau 24) sont supérieures aux valeurs obtenues dans l'étude bibliographique de 2001 et lors de la campagne de 2002 caractérisée par une faible activité du pressing (type 3, ventilation naturelle). En ce qui concerne les résultats obtenus pour le pressing n°3 équipé d'une machine de type 4 + VMC, l'IR est nettement diminué à une valeur proche de la valeur repère de risque non cancérogène.

Tableau 24: Récapitulatif des indices de risques (effets neurologiques) déterminés au cours de la présente étude et dans les précédentes études INERIS pour les personnes résidant directement au-dessus du pressing

	Pressing 1	Pressing 2	Pressing 3	Déléry (2002)	Déléry (2001)
IR					
Logement 1 ^{er} étage	9	12,2	1,2	6,7*	8,7

* à partir de la VTR récente de l'OMS (2006) ; un indice de risque de 4,8 avait été calculé en 2002 à partir de la VTR de $280 \mu\text{g m}^{-3}$ (ATSDR, 1996)

** à partir de la VTR récente de l'OMS (2006) ; un indice de risque de 6,2 avait été calculé en 2001 à partir de la VTR de $280 \mu\text{g m}^{-3}$ (ATSDR, 1996)

- Pour les risques cancérogènes (Tableau 25), en utilisant la valeur de référence proposée par l'OEHHA, on retrouve l'ordre de grandeur des excès de risque cancérogène du rapport bibliographique 2001 et de la campagne 2002 à savoir 10^{-3} . Pour le pressing n°3 équipé d'une machine de type 4 +VMC, l'excès de risque cancérogène est divisé d'un facteur 10 par rapport aux niveaux de risque calculés pour les installations équipées d'une machine de type 3 + ventilation naturelle.

Tableau 25 : Récapitulatif des Excès de Risque Individuel déterminés au cours de la présente étude et dans les précédentes études INERIS pour les personnes résidant directement au-dessus du pressing

	Pressing 1	Pressing 2	Pressing 3	Déléry (2002)	Déléry (2001)
ERI					
Logement 1 ^{er} étage	$4,6 \cdot 10^{-3}$	$6,2 \cdot 10^{-3}$	$6,2 \cdot 10^{-4}$	$3,4 \cdot 10^{-3}$	$4,2 \cdot 10^{-3}$

8.3.2 ANALYSE DES INCERTITUDES

Les principales incertitudes associées aux résultats de l'évaluation du risque sanitaire concernent toxicité et les expositions.

8.3.2.1 EVALUATION DE LA TOXICITE

L'évaluation de la toxicité repose sur les connaissances du moment relatives aux effets sur la santé et sur la disponibilité de VTR.

Depuis la publication des études INERIS de 2001 et 2002, l'OMS a publié début 2006 une monographie CICAD proposant des VTR pour les effets à seuil et sans seuil.

Pour les effets à seuil de type neurologique, la valeur proposée de $200 \mu\text{g m}^{-3}$ est inférieure à la valeur proposée en 1997 par l'ATSDR pour les mêmes types d'effets ($280 \mu\text{g m}^{-3}$). Les résultats de risque de l'évaluation de 2002 seraient ainsi sous-estimés en l'état actuel des connaissances mais cela ne remet pas en cause l'interprétation qui avait été donnée pour les résidents du 1^{er} étage à savoir $\text{IR} > 1$.

En ce qui concerne les effets cancérigènes, l'OMS propose un intervalle de valeurs d'ERU compris entre $1,8 \cdot 10^{-6}$ et $5,2 \cdot 10^{-6} (\mu\text{g m}^{-3})^{-1}$ dont la valeur de l'OEHHA constitue la limite haute. La non prise en compte de cet intervalle est sans impact sur l'interprétation des résultats. Cette fourchette de valeurs proposées par l'OMS conforte l'évaluation de l'ATSDR et l'utilisation de l'ERU qu'elle propose pour les calculs de risques cancérigènes.

8.3.2.2 EVALUATION DES EXPOSITIONS

L'évaluation des risques est basée sur l'hypothèse que les mesures réalisées sont représentatives d'une exposition chronique.

Ces mesures sont tout d'abord assorties d'une incertitude que l'on estime de l'ordre 20 à 30 % pour le système de prélèvement utilisé (tube passif) et l'analyse.

De plus, une mauvaise aération ou des activités que l'on pourrait qualifier d'inhabituelles comme des travaux de peinture peuvent influencer les résultats obtenus pour certains logements. Ainsi, il est important de connaître les habitudes de vie (ventilation, tabagisme, utilisation de produits odorants...) des résidents. Ces influences n'ont été évaluées que qualitativement au cours de cette étude au moyen d'un questionnaire qui a été préparé et distribué aux habitants pour mieux cerner ces habitudes. Un exemple des questionnaires est donné en annexe D.

Par ailleurs, des paramètres, tels le niveau d'isolation et l'âge des bâtiments, non renseignés ici peuvent influencer sur la quantité de tétrachloroéthylène émise par le pressing dans les habitations situées au-dessus. Les résultats obtenus sont donc propres aux caractéristiques des milieux investigués (ventilation du local abritant le pressing et des habitations, âge du bâti, habitudes de vie des résidents...) et pas immédiatement généralisables à l'ensemble des installations de nettoyage à sec.

L'ensemble des études a été conduit en période d'activité considérée comme normale des pressings (sans précision quantitative). Un potentiel effet saisonnier lié à une augmentation de l'activité des pressings n'a pas été étudié. Cette

situation conduirait à une sous-estimation des expositions et des risques déterminés dans cette étude.

Enfin, des hypothèses d'exposition majorantes ont été retenues pour couvrir l'ensemble des populations potentiellement exposées. Ces dernières entraînent une surestimation des expositions et des risques déterminés.

9. CONCLUSION

La mise en œuvre d'une nouvelle campagne de mesures suite à l'étude pilote de 2002 a permis de compléter l'état des connaissances, comme cela avait été recommandé, notamment en mesurant directement les concentrations d'exposition dans les appartements situés au-dessus des pressings, sur une période plus longue.

Cette campagne d'investigation a été menée dans des pressings équipés de machines de générations différentes, l'une étant munie de filtre à charbon actif sur le circuit de séchage, chargé de récupérer les vapeurs de solvants, les deux autres n'étant pas équipées d'un tel filtre. Par ailleurs, les caractéristiques de ventilation étaient également différentes : pressing n°3 équipé d'une VMC et ventilation naturelle dans les 2 autres installations. Cette étude permet ainsi de fournir des premiers éléments de réponse concernant l'efficacité conjuguée de ce filtre à charbon actif et d'une VMC. Elle semble montrer leur rôle potentiel dans une diminution des concentrations en tétrachloroéthylène mesurées dans le pressing 3 et les appartements situés au-dessus, diminution que l'on peut supposer liée à l'utilisation conjointe de ces deux équipements. Il est cependant important de noter que l'influence d'autres facteurs n'a pas été quantifiée au cours de cette analyse (taux de renouvellement d'air, perméabilité, consommation de solvant...).

On retiendra de ces premières investigations et en supposant une activité équivalente pour les trois pressings objets de l'étude :

- dans les trois pressings étudiés : une réduction d'un facteur d'environ 5 dans l'installation équipée d'une machine de type 4 + VMC par rapport aux deux installations équipées d'une machine de type 3 + ventilation naturelle est mesurée.
- dans l'appartement au-dessus du pressing : une réduction d'un facteur 10 des concentrations pour la série de mesure concernant l'installation équipée d'une machine de type 4 + VMC par rapport aux mesures concernant les installations équipées d'une machine de type 3 + ventilation naturelle est observée.
- dans les appartements des étages supérieurs : des réductions des concentrations de facteurs 3 à 5 sont mesurées pour l'installation équipée d'une machine de type 4 + VMC par rapport aux installations équipées d'une machine de type 3 + ventilation naturelle.

Notons que des paramètres tels que le taux de renouvellement d'air du pressing, avec ou sans VMC, la quantité de solvant utilisée au cours de l'étude, la perméabilité des bâtiments, ne sont pas ici renseignés. Il serait intéressant d'intégrer ce type de paramètre dans le cadre d'études ultérieures pour fournir une base de comparaison entre les pressings plus complète et réduire de ce fait les sources d'incertitudes.

Il serait par exemple intéressant d'évaluer l'impact de la ventilation mécanique et de l'emploi d'un filtre à charbon actif séparément, sur les concentrations mesurées dans les installations de nettoyage à sec et dans les habitations.

Pour rappel, la campagne nationale logements de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur a mis en évidence que 95 % des logements échantillonnés avaient une concentration en tétrachloroéthylène dans l'air intérieur inférieure à $7,4 \mu\text{g m}^{-3}$, valeur largement inférieure aux concentrations mesurées dans les appartements étudiés au cours de cette campagne.

A partir de ces nouveaux résultats de mesure, une évaluation des risques sanitaires liés aux émissions de tétrachloroéthylène a pu être menée. Compte tenu des conditions de réalisation de ces campagnes, les principaux résultats de l'évaluation du risque sanitaire montrent que, dans le scénario d'exposition population générale considéré :

- pour les pressings 1 et 2 équipés de machines de type 3 sans ventilation mécanique et en période d'activité normale, il existe une probabilité d'apparition d'effets toxiques (neurologiques et rénaux) résultant des émissions de tétrachloroéthylène pour les personnes occupant un appartement au-dessus du pressing au sens où des indices de risque déterminés à partir des Valeurs Toxicologiques de Référence définies par l'OMS sont supérieurs à 1 (voire les étages supérieurs comme l'a montré la campagne n°1). Pour les effets cancérigènes probables du tétrachloroéthylène, les excès de risque sanitaire sont supérieurs à la valeur repère de 10^{-5} en l'état des connaissances toxicologiques disponibles, pour les personnes résidant au-dessus du pressing sous l'hypothèse d'une exposition pendant 30 ans, 20 heures par jour, 365 jours par an (pour une concentration moyenne de $2,4 \text{ mg m}^{-3}$ calculée lors de la campagne n°2).
- Pour le pressing 3 équipé d'une machine de type 4 avec ventilation mécanique et en période d'activité normale, les risques d'apparition d'effets toxiques non cancérigènes résultant des émissions de tétrachloroéthylène sont considérés comme non préoccupants, en l'état des connaissances, pour les personnes occupant un appartement au-dessus du pressing et les étages supérieurs. Pour les effets cancérigènes probables du tétrachloroéthylène, les excès de risque sanitaire sont supérieurs à la valeur repère de 10^{-5} , en l'état des connaissances toxicologiques disponibles pour les personnes résidant dans les étages situés au-dessus du pressing sous l'hypothèse d'une exposition pendant 30 ans, 20 heures par jour, 365 jours par an (pour une concentration moyenne de $2,4 \text{ mg m}^{-3}$ calculée lors de la campagne n°2).

En conclusion, cette étude a permis de montrer que, dans les configurations étudiées, les émissions d'une installation de nettoyage à sec peuvent avoir un impact sur la qualité de l'air intérieur dans les logements de l'immeuble au rez-de-chaussée duquel se situe l'installation. Les habitudes de vie et les activités ponctuelles de travaux peuvent également être à l'origine d'un marquage de la qualité de l'air intérieur par le tétrachloroéthylène.

Bien que le taux de renouvellement d'air et la quantité de solvant consommée n'aient pas été quantifiés dans le cadre de cette étude, une réduction des niveaux de concentration en tétrachloroéthylène est observée à la fois dans le commerce et dans les logements lorsque le pressing répond aux critères exigés par l'arrêté type 2345 (présence d'une VMC) et est équipé d'une machine de type 4 (filtre à charbon actif).

Il est important de noter que ces campagnes sont exploratoires et que les résultats ne peuvent être immédiatement généralisés à l'ensemble des installations de

nettoyage à sec compte tenu de l'incertitude sur d'autres facteurs d'influence tels le taux de renouvellement d'air des pressings et des habitations, la perméabilité et l'âge du bâti, la quantité de solvant consommée, qui n'ont été évalués que quantitativement au cours de cette étude.

La parution récente de la monographie de l'OMS (2006) sur l'évaluation chimique du tétrachloroéthylène rappelle qu'une attention particulière doit être apportée à l'évolution des connaissances toxicologiques mais aussi à l'exposition des populations professionnelle et générale de façon à prévenir et gérer le risque sanitaire lié à ce polluant.

Ces résultats sont à mettre en perspective avec l'étude 2007 sur le parc français des installations de nettoyage à sec (Delery, 2007). Ce dernier travail repose sur les réponses à un questionnaire d'un échantillon français de constructeurs de machines, chambres de métiers et de l'artisanat et agences de l'eau, en l'absence de données disponibles au niveau national. Les résultats de cette étude montrent que la conformité des machines à l'arrêté - type 2345 de mai 2002 varie entre 40 et 90 % selon les départements échantillonnés. Il est probable que des machines à circuit ouvert subsistent encore dans certaines régions françaises en l'absence d'aides pour le renouvellement de machines. Il semble également qu'on puisse encore trouver des machines âgées de 15 à 30 ans en fonctionnement (alors que la durée de vie moyenne est de 10-12 ans). Le remplacement des machines depuis 2002 varie entre 10 et 50 % selon les départements échantillonnés. Les machines de dernière génération (type 4) restent encore minoritaires. De plus, le pourcentage d'installations « conformes » à la réglementation, du point de vue de la ventilation, est variable d'un département à l'autre. Ainsi, dans certains départements, ce pourcentage peut être de 0 lorsque aucun pressing n'est équipé de VMC. Il peut aller jusqu'à 95 % dans certains autres, dans le cas où les pressings sont équipés de VMC.

10. REFERENCES

L. Déléry, "Rapport d'évaluation du risque par substance: tétrachloroéthylène", (2001) INERIS-DRC ERSA/Lde-01-25584-202 pour le ministère de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement Durables

L. Déléry, "Evaluation des risques sanitaires liés aux émissions de tétrachloroéthylène par deux installations françaises de nettoyage à sec", (2002) INERIS-DRC ERSA Lde-02-25419-337 pour le ministère de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement Durables

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

L. Delery, "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 (2007)

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

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

A. Frezier and I. Zdanevitch, "Etude des tubes à diffusion pour la mesure des COVs dans la chambre d'exposition de l'INERIS", (2002) DRC-02-39251-AIRE - n°805

N. Gonzalez - Flesca and A. Frezier, "A new laboratory test chamber for the determination of diffusive sampler uptake rates", Atmospheric Environment (2005) 39 4049-4056

OMS, "Concise International Chemical Assessment document 68. Tetrachloroethylene", Journal (2006): Volume

Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur, "Campagne de surveillance nationale sur la qualité de l'air intérieur dans les logements français", Available: http://www.afsset.fr/upload/bibliotheque/901096605168212697057874284367/qualite_air_interieur_oqai_2006.pdf (2006)

G. Garetano and M. Gochfeld, "Factors influencing tetrachloroethylene concentrations in residences above dry - cleaning establishments", Environmental Health (2000) 55 59-68

J. S. Schreiber, H. K. Hudnell, A. M. Geller, D. E. House, K. M. Aldous, M. S. Force, K. Langguth, E. J. Prohonic and J. C. Parker, "Apartment Residents and day care workers exposures to tetrachloroethylene and deficits in visual contrast sensitivity", Environmental Health Perspectives (2002) 110 655-664

INRS, "Profils d'exposition au perchloroéthylène dans le secteur du nettoyage à sec", Hygiène et sécurité du travail, cahiers de notes documentaires (2007) ND 2280-209-07

OMS, "Air Quality Guidelines for Europe. World Health Organization", Copenhagen, 2nd edition (2000) 449

ATSDR, "Toxicological profile for tetrachloroethylene (update)", Department of health and human services, Public health service, Atlanta USA (1997)

OEHHA, "Technical support document describing available cancer potency factors", Available: http://www.oehha.ca.gov/air/hot_spots/pdf/May2005Hotspots.pdf (2005)

US-EPA, "Cleaner technology substitute assesment: professional fabricare process", (1998) Available: <http://epa.gov/optintr/dfe/garment/ctsa/fabricare.pdf>

ECB, "European Union Risk Assesment report, tertrachloroethylene CAS 127-18-4", part I - environment (2005) 57 <http://ecb.jrc.it/esis/>

H. Schleichinger, U. Hott, P. Braun, D. March and H. Rueden, "Recommandations for establishing target values and guidance values for volatile organic compounds (VOC) in indoor air", (2003), 3:586-592

F. Dor, A. Zeghnoun and P. Brosselin, "Estimation de l'exposition des populations aux polluants présents à l'intérieur des habitations, Institut de Veille Sanitaire", (2004)

V. Nedellec, D. Courgeaud and P. Empeur - Bissonnet, "La durée de résidence des français et l'évaluation des risques liés aux sols pollués", Energies santé (1998) 9 503-515

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

11. LISTE DES ANNEXES

Repère	Désignation	Nombre de pages
Annexe A	Description et des tubes utilisés pour les prélèvements de tétrachloroéthylène	1
Annexe B	Concentrations mesurées dans les pressings et les appartements	2
Tableau 1	Résultats pressing n°1	1
Tableau 2	Résultats pressing n°2	
Tableau 3	Résultats pressing n°3	1
Annexe C	Résumé du rapport (Déléry, 2002) : « Evaluation des risques sanitaires liés aux émissions de tétrachloroéthylène par deux installations françaises de nettoyage à sec »	2
Annexe D	Questionnaire remis aux habitants pour évaluer leurs habitudes de vie	8

ANNEXE A : Description et des tubes utilisés pour les prélèvement de tétrachloroéthylène

Ils consistent en la combinaison d'une cartouche de diffusion radiale (Radiello®) chargée d'un adsorbant de type Carbotrap B, et d'un tube de diffusion axiale (Perkin Elmer®), le premier étant introduit dans le second comme le montre la Figure 1.

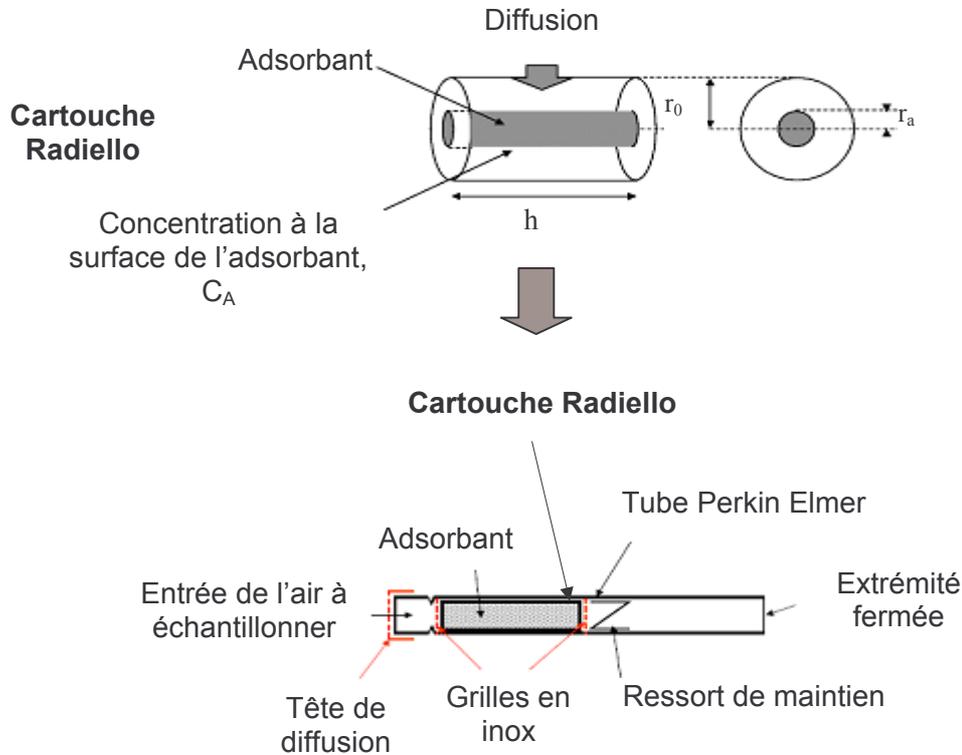
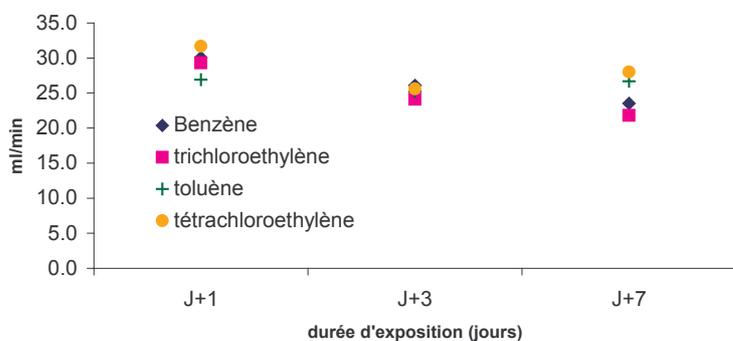


Figure 1 : Schéma et principe d'un tube passif « Radiello Perkin Elmer ».

Cette configuration permet de prélever plus de matière qu'avec un tube Perkin Elmer dans la mesure où les débits d'échantillonnage sur les tubes Radiello sont supérieurs aux débits sur les tubes Perkin Elmer®. De plus, des essais en chambre d'exposition réalisés dans le cadre de ce travail, ont révélé une stabilité meilleure de la vitesse de prélèvement dans le cas des tubes combinant des tubes Radiello® et des tubes Perkin Elmer® en comparaison aux tubes Radiello® seuls, ainsi que le montre la Figure 1.

vitesse de prélèvement Radiello



Vitesses de prélèvement tubes Radiello + PE

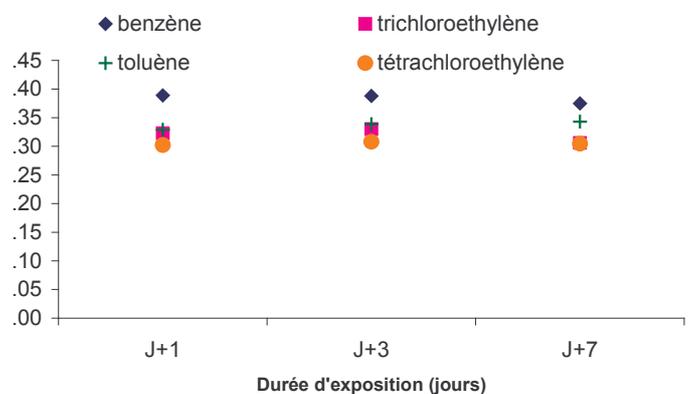


Figure 2 : Essais en chambre sur la stabilité des vitesses de prélèvement sur tubes RPE et Radiello

Annexe B : Concentrations mesurées dans les pressings et les appartements

Tableau 1 : Résultats pressing 1 (concentrations en mg m⁻³)

Etage	Extérieur coté rue	Logement coté droite	Palier	Logement coté gauche	Extérieur coté cour
5	0.11	Cuisine: 0.78 Chambre: 0.19	0.96 0.98	Salon: 0.10 Chambre: 0.10	0.06
4			0.97		
3			0.97 0.99	Salon: 0.69 Chambre: 0.59	0.16
2		Chambre: 0.0585 Salon: 0.0857	1.05 0.99	Chambre: 0.28 Salon: 0.33	
1	Au-dessus du pressing: 0.17	Chambre: 0.0518 Salon: 0.1716	1.12 1.03	Salon : 2.56 Chambre : 2.38 Extérieur coté rue : 1.56 Pressing à côté machine: 50 Pressing caisse: 22 Pressing sèche-linge : 26 Pressing à côté vêtements propres : 31	0.45
RDC		Commerce	1.25 1.32		A côté fenêtre du pressing : 1.43 Au-dessous des fenêtres de l'escalier : 0.43

Tableau 2 : Résultats pressing 2 (concentrations en mg m⁻³)

Etage	Logement de gauche (escalier)	Logement gauche (fenêtre)	Palier	Logement droite	Côté cour
6			0.74	Studio: 0.07 Salon / cuisine: 0.09 Chambre: 0.06	
5		Salon: 0.27 Chambre: 0.24 Cuisine: 0.18	1.12		
4		Salon: 0.08 Chambre: 0.10	1.16	Salon: 0.06 Chambre: 0.06 Cuisine: 0.09	
3		Salon: 0.14 Chambre: 0.15 Cuisine: 0.20	1.50	Salon: 0.12 Chambre: 0.06 Autre pièce: 0.10 Cuisine: 0.17 Extérieur: 0.04	
2	Cuisine: 0.06 Chambre: 0.06 Bibliothèque: 0.06	Salon: 0.37 Chambre: 0.38 Cuisine: 0.37	1.50 cour intérieure (0.19)	Salon : 0.12 Chambre : 0.12 Salle de bain : 0.49	
1	Studio: 0.15	Salon: 2.55 Chambre: 3.13 Cuisine: 3.12	1.76		
RDC		Pressing	2.34	Pressing (table à repasser) : 38 Pressing (à coté des vêtements) : 57 Pressing (au fond) : 53 Pressing (table à détacher) : 61	Extérieur : 0.18

Tableau 3 : Résultats pressing (concentrations en mg m⁻³)

étage	description	Concentrations (µg/m ³)	description	Concentrations (µg m ⁻³)
7	appart face étage 7	0.11	Cage escalier étage 7	0.17
7	appart face étage 7	0.10	Cage escalier étage 7	0.16
6	appart face étage 6	0.28	Cage escalier étage 6	0.17
6	appart face étage 6	0.27	Cage escalier étage 6	0.18
5	appart face étage 5	0.16	Cage escalier étage 5	0.19
5	appart face étage 5	0.12	Cage escalier étage 5	0.19
4	appart droite étage 4	0.01	Cage escalier étage 4	0.20
4	appart droite étage 4	0.01	Cage escalier étage 4	0.20
3	appart face étage 3	0.07	Cage escalier étage 3	0.20
3	appart face étage 3	0.06	Cage escalier étage 3	0.20
2	appart face étage 2	0.06	Cage escalier étage 2	0.23
2	appart face étage 2	0.05	Cage escalier étage 2	0.22
1	appart face étage 1	0.32	Cage escalier étage 1	0.25
1	appart face étage 1	0.27	Cage escalier étage 1	0.25
0	appart étage RDC	0.01	Cage escalier étage RDC	0.24
0	appart étage RDC	0.01	Cage escalier étage RDC	0.27
0	appart étage RDC	0.01	Pressing étagère	11
0			Pressing entrée étagère tube	7
0			Courette derrière Pressing	7
0			magasin (encadrement)	0.02

ANNEXE C : Résumé du rapport de l'étude menée en 2002 par L. Déléry (Déléry, 2002)

Cette étude fait suite à un travail bibliographique préliminaire d'évaluation des risques sanitaires liés aux émissions de tétrachloroéthylène par les installations de nettoyage à sec (Déléry, 2001).

Deux campagnes de mesure dans l'air ont été réalisées par l'INERIS en juin et juillet 2002 au niveau d'installations françaises à savoir un pressing de la galerie marchande d'un centre commercial (1 machine de type 4 représentant 2 % du parc français) et un pressing situé en zone habitée (1 machine de type 3 représentant 93 % du parc français). Dans le **centre commercial, les concentrations moyennes mesurées** le jour de la campagne (*activité importante de nettoyage à sec, fréquentation normale de l'hypermarché*) sont situées entre **680 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ au niveau des caisses en face du pressing et 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ au niveau des rayons de l'hypermarché situés au fond du magasin**. Pour le **pressing de la zone habitée**, les concentrations moyennes mesurées le jour de la campagne (*faible activité de nettoyage à sec*) sont comprises entre **6,6 et 18 mg/m^3 dans le commerce** et entre **1,6 mg/m^3 au 1^{er} palier et 16,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ au 4^{ème} palier** de l'immeuble jouxtant le pressing. Une concentration moyenne dans l'air ambiant de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a été mesurée au niveau du balcon au-dessus du pressing.

Deux catégories d'individus ont été considérés dans cette étude pour l'évaluation des expositions et des risques, la population générale et les professionnels. Pour la première, on a utilisé 2 valeurs toxicologiques de référence pour les effets non cancérogènes à savoir une VTR de l'ATSDR pour les effets neurologiques de 0,28 mg/m^3 et une VTR de l'OMS pour les effets rénaux de 0,25 mg/m^3 (elles sont toutes deux construites à partir de données épidémiologiques); pour la seconde, on a utilisé en parallèle la Valeur Moyenne d'Exposition (VME) de la réglementation du travail et les 2 VTR de l'ATSDR et de l'OMS « corrigées » d'un facteur 10 pour prendre en compte le fait qu'il y a peu de variabilité intra-humaine dans la population professionnelle (hypothèse communément utilisée). On a donc une VTR de 2,8 mg/m^3 pour les effets neurologiques et une VTR de 2,5 mg/m^3 pour les effets rénaux. Enfin, pour chaque catégorie d'individus, on a utilisé 2 Excès de Risque Unitaire pour évaluer le risque cancérogène (le tétrachloroéthylène est classé 2A par le CIRC : probablement cancérogène pour l'homme), l'ERU provisoire de l'US EPA de $7,1 \cdot 10^{-7} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ et l'ERU de Cal EPA de $5,9 \cdot 10^{-6} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$. Ces 2 ERU sont construits à partir de données d'exposition chez le rat.

L'évaluation du risque sanitaire réalisée à partir de ces mesures ne met pas en évidence de risque sanitaire préoccupant pour les effets non cancérogènes pour les populations (**clients de l'hypermarché, personnel en poste aux caisses**) exposées aux émissions du pressing du centre commercial. En effet, des **indices de risque calculés pour les 2 catégories de populations sont strictement inférieurs à 1** (marge de sécurité minimum de 75 entre la concentration d'exposition et la valeur toxicologique de référence). Pour le risque cancérogène, les **ERI sont compris entre $1,6 \cdot 10^{-7}$ et $2,2 \cdot 10^{-5}$ pour les clients de l'hypermarché** suivant le scénario et l'ERU retenu pour les calculs. Dans l'évaluation précédente (Déléry, 2001), on avait déterminé un risque individuel population générale global compris entre $1 \cdot 10^{-5}$ et $8,9 \cdot 10^{-5}$ ce qui signifie que **pour les personnes les plus exposées (moins de 10 % des personnes d'après l'estimation probabiliste), le risque lié à la fréquentation de l'hypermarché pourrait contribuer jusqu'à 40 % du risque cancérogène global**. En terme de coût sanitaire, on calcule un nombre annuel de cancers en

excès compris entre 0,2 et 11,3 pour un effectif d'individus exposés estimé à 36 millions. Pour le personnel en poste aux caisses en face du pressing, le niveau de risque est estimé à $2,6.10^{-4}$. Les niveaux sont légèrement supérieurs aux niveaux de risque considérés comme acceptables dans la réglementation française pour la population générale (10^{-5})¹ ou dans la réglementation étrangère pour la population professionnelle (on considérera la valeur de 10^{-4} de l'OSHA² aux Etats-Unis faute de valeur française ou européenne). Le pressing investigué ne possédant aucun système de ventilation propre, des mesures simples de réduction du risque sont envisageables.

Pour le **pressing de la zone habitée**, l'évaluation du risque sanitaire montre que **la survenue d'effets toxiques non cancérigènes du tétrachloroéthylène ne peut être écartée pour la commerçante du pressing et les personnes résidant directement au dessus de l'installation** (IR supérieur ou proche de 1) et ce d'autant plus que l'activité du pressing était faible le jour des mesures. De même, le **niveau de risque cancérigène est supérieur à 10^{-5} pour ces 2 catégories de population** (4.10^{-4} pour l'habitation au dessus du pressing et $7,3.10^{-4}$ pour la commerçante avec la VTR de l'US EPA). Les concentrations ayant servi aux calculs de risque pour les personnes résidant dans l'immeuble correspondent aux mesures effectuées sur les paliers de la cage d'escalier de l'immeuble. Il serait donc nécessaire de conforter ces résultats par la réalisation de campagnes de mesure supplémentaires prenant en compte la saisonnalité de l'activité de nettoyage à sec. Un bilan, par type de machine, du nombre d'installations françaises de nettoyage à sec dont l'étage supérieur est occupé par des habitants réguliers s'avère indispensable pour mettre l'ensemble des résultats en perspective à l'échelle française.

Cette étude contribue de manière novatrice à la connaissance des expositions et des risques d'origine environnementale pour la population française. C'est un travail pilote qui a permis de vérifier la faisabilité de la mise en place de campagnes d'expologie au niveau des installations de nettoyage à sec. Il est nécessaire de mener une campagne de mesures plus exhaustive, correspondant de manière plus représentative aux différents types de machines du parc français pour pouvoir effectuer une évaluation quantitative du risque pour l'ensemble de la population.

L. Déléry 2002 Evaluation des risques sanitaires liés aux émissions de tétrachloroéthylène par deux installations françaises de nettoyage à sec, rapport INERIS-DRC ERSA Lde-02-25419-337 pour le ministère de l'environnement

¹ Avis du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France pour le benzène du 17/09/97

² Occupational Safety and Health Administration

Ref lettre : DRC-07-85296-04646A

Questionnaire anonyme à titre informatif

A quelle fréquence aérez vous la pièce dans laquelle se trouve le tube de prélèvement ?

2 a 3 fois par semaine.

Fumez vous ? Si oui, fumez-vous dans la pièce où se trouve le tube de prélèvement ?

Non

Utilisez vous de l'encens, des bougies parfumées ?

Non

Localisation appartement ¹	Date ouverture tube	Heure ouverture tube	Date fermeture tube	Heure fermeture tube	Remarque ²
--	------------------------	-------------------------	------------------------	-------------------------	-----------------------

¹ Vous indiquerez l'étage ainsi et sa position sur la palier (gauche, face ou droite)

² Vous indiquerez toute remarque qui vous semble intéressante pour l'exploitation des données (ex : problème à l'ouverture ou à la fermeture du tube, aération de la pièce plus longue que d'ordinaire...)
ils - chaise

Ref lettre : DRC-07-85296-04646A

Questionnaire anonyme à titre informatif

A quelle fréquence aérez vous la pièce dans laquelle se trouve le tube de prélèvement ?

Oui tous les 2 jours -

Fumez vous ? Si oui, fumez-vous dans la pièce où se trouve le tube de prélèvement ?

Oui nous avons fait 1 feu de cheminée également

Utilisez vous de l'encens, des bougies parfumées ?

Non

Localisation appartement ¹	Date ouverture tube	Heure ouverture tube	Date fermeture tube	Heure fermeture tube	Remarque ²
--	------------------------	-------------------------	------------------------	-------------------------	-----------------------

¹ Vous indiquerez l'étage ainsi et sa position sur la palier (gauche, face ou droite)

² Vous indiquerez toute remarque qui vous semble intéressante pour l'exploitation des données (ex : problème à l'ouverture ou à la fermeture du tube, aération de la pièce plus longue que d'ordinaire...)

Ref lettre : DRC-07-85296-04646A

Questionnaire anonyme à titre informatif

A quelle fréquence aérez vous la pièce dans laquelle se trouve le tube de prélèvement ?

1 fois par semaine (en ce moment, l'été tous les jours)

Fumez vous ? Si oui, fumez-vous dans la pièce où se trouve le tube de prélèvement ?

Non

Utilisez vous de l'encens, des bougies parfumées ?

Non

Localisation appartement ¹	Date ouverture tube	Heure ouverture tube	Date fermeture tube	Heure fermeture tube	Remarque ²
2 ^e Face	28/3/07	13 ^h 15			

¹ Vous indiquerez l'étage ainsi et sa position sur la palier (gauche, face ou droite)

² Vous indiquerez toute remarque qui vous semble intéressante pour l'exploitation des données (ex : problème à l'ouverture ou à la fermeture du tube, aération de la pièce plus longue que d'ordinaire....)

Ref lettre : DRC-07-85296-04646A

Questionnaire anonyme à titre informatif

A quelle fréquence aérez vous la pièce dans laquelle se trouve le tube de prélèvement ?

bibliothèque : jamais ; entrée (couloir) (émission 6 ouvertures/jour)

Fumez vous ? Si oui, fumez-vous dans la pièce où se trouve le tube de prélèvement ? *Non .*

Utilisez vous de l'encens, des bougies parfumées ? *Non*

Localisation appartement ¹	Date ouverture tube	Heure ouverture tube	Date fermeture tube	Heure fermeture tube	Remarque ²
<i>3^{ème} face</i>					

¹ Vous indiquerez l'étage ainsi et sa position sur la palier (gauche, face ou droite)

² Vous indiquerez toute remarque qui vous semble intéressante pour l'exploitation des données (ex : problème à l'ouverture ou à la fermeture du tube, aération de la pièce plus longue que d'ordinaire....)

Ref lettre : DRC-07-85296-04646A

Questionnaire anonyme à titre informatif

A quelle fréquence aérez vous la pièce dans laquelle se trouve le tube de prélèvement ?

Coulair sans fenêtre

Fumez vous ? Si oui, fumez-vous dans la pièce où se trouve le tube de prélèvement ?

non.

Utilisez vous de l'encens, des bougies parfumées ?

non.

Localisation appartement ¹	Date ouverture tube	Heure ouverture tube	Date fermeture tube	Heure fermeture tube	Remarque ²
<i>4^e droite</i>	<i>28/02/07</i>	<i>12h10</i>	<i>4/04/07</i>	<i>11h20</i>	<i>-</i>

¹ Vous indiquerez l'étage ainsi et sa position sur la palier (gauche, face ou droite)

² Vous indiquerez toute remarque qui vous semble intéressante pour l'exploitation des données (ex : problème à l'ouverture ou à la fermeture du tube, aération de la pièce plus longue que d'ordinaire....)

Ref lettre : DRC-07-85296-04646A

Questionnaire anonyme à titre informatif

Parcement

A quelle fréquence aérez vous la pièce dans laquelle se trouve le tube de prélèvement ?

Parcement

Fumez vous ? Si oui, fumez-vous dans la pièce où se trouve le tube de prélèvement ?

Non

Utilisez vous de l'encens, des bougies parfumées ?

Non

Localisation appartement ¹	Date ouverture tube	Heure ouverture tube	Date fermeture tube	Heure fermeture tube	Remarque ²
--	------------------------	-------------------------	------------------------	-------------------------	-----------------------

¹ Vous indiquerez l'étage ainsi et sa position sur la palier (gauche, face ou droite)

face

² Vous indiquerez toute remarque qui vous semble intéressante pour l'exploitation des données (ex : problème à l'ouverture ou à la fermeture du tube, aération de la pièce plus longue que d'ordinaire...)

Ref lettre : DRC-07-85296-04646A

Questionnaire anonyme à titre informatif

A quelle fréquence aérez vous la pièce dans laquelle se trouve le tube de prélèvement ?

Courant d'air 3 à 10 m/s 3 fois par jour.

Fumez vous ? Si oui, fumez-vous dans la pièce où se trouve le tube de prélèvement ?

Pas directement, car c'est placé dans le couloir, mais les portes des pièces où l'on fume sont ouvertes.

Utilisez-vous de l'encens, des bougies parfumées ?

Non.

Localisation appartement ¹	Date ouverture tube	Heure ouverture tube	Date fermeture tube	Heure fermeture tube	Remarque ²
--	------------------------	-------------------------	------------------------	-------------------------	-----------------------

¹ Vous indiquerez l'étage ainsi et sa position sur la palier (gauche, face ou droite)

² Vous indiquerez toute remarque qui vous semble intéressante pour l'exploitation des données (ex : problème à l'ouverture ou à la fermeture du tube, aération de la pièce plus longue que d'ordinaire....)

Ref lettre : DRC-07-85296-04646A

Questionnaire anonyme à titre informatif

A quelle fréquence aérez vous la pièce dans laquelle se trouve le tube de prélèvement ?

4 fois par jour -

Fumez vous ? Si oui, fumez-vous dans la pièce où se trouve le tube de prélèvement ?

Oui

Utilisez vous de l'encens, des bougies parfumées ? *Non*

Localisation appartement ¹	Date ouverture tube	Heure ouverture tube	Date fermeture tube	Heure fermeture tube	Remarque ²
	<i>28 Mars 2007</i>	<i>16h</i>			

¹ Vous indiquerez l'étage ainsi et sa position sur la palier (gauche, face ou droite)

² Vous indiquerez toute remarque qui vous semble intéressante pour l'exploitation des données (ex : problème à l'ouverture ou à la fermeture du tube, aération de la pièce plus longue que d'ordinaire...)