

## Impact des imprimeries de centre-ville sur la qualité de l'air intérieur dans les logements attenants

### 1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

Depuis plusieurs années, l'INERIS étudie les impacts potentiels des petites activités industrielles installées en centre urbain sur la qualité de l'air intérieur des logements attenants et sur la santé des riverains. Après avoir traité la problématique liée à l'exposition au perchloroéthylène (PCE) utilisé par les activités de nettoyage à sec<sup>1</sup>, les travaux se sont orientés sur le secteur de l'imprimerie.

La compilation des études existantes et des données du marché, ainsi que des échanges avec l'UNIC (Union Nationale de l'Imprimerie et de la Communication) ont permis d'identifier les imprimeries dites « de labeur<sup>2</sup> » et en particulier celles ayant recours à la technologie « offset-feuilles<sup>3</sup> » comme l'activité majoritaire dans les centres urbains.

En 2011, le secteur de l'imprimerie représentait 6 000 entreprises dont 3 800 dites « de labeur ». Près des deux-tiers de ces dernières avaient obtenu le label Imprim'Vert®, un label destiné à promouvoir la réduction des impacts de l'activité sur l'environnement, notamment en termes d'utilisation de produits chimiques<sup>4</sup>. Le sous-secteur des imprimeries dites « de labeur » est constitué majoritairement de Très Petites Entreprises (TPE) et d'entreprises artisanales, ce qui représente environ 700 à 1 300 installations homologuées Imprim'Vert® dont près de 200 sur les 6 plus grandes villes de France<sup>5</sup>. Les quantités d'encres mises en œuvre dans ces petits établissements les positionnent très en dessous des seuils de déclaration (rubrique 2450 des installations classées).

Les quelques études et données de mesures recensées lors de la revue bibliographique ont été jugées insuffisantes pour statuer sur l'impact de ces installations sur la qualité de l'air intérieur des logements contigus et sur la santé des riverains. Pour pallier ce manque de données, l'INERIS a mené une campagne exploratoire de mesures<sup>6</sup> dans une imprimerie type et dans des logements attenants. Les objectifs de cette campagne pilote étaient :

- d'identifier les substances émises potentiellement par l'imprimerie vers les logements, c'est-à-dire les traceurs d'émission de l'activité imprimerie ;
- d'évaluer les niveaux de concentrations associés, par rapport aux données de fond et de concentrations moyennes dans les logements français, notamment celles de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI) ;

<sup>1</sup> Dossier thématique / Air : Synthèse sur les travaux de l'INERIS concernant le tétrachloroéthylène (2012). Sur le site Internet de l'INERIS à l'adresse Internet : <http://www.ineris.fr/fr/informations/dossiers-thématiques>

<sup>2</sup> Secteur des produits publicitaires, livres, cartes, calendriers et presse non quotidienne.

<sup>3</sup> Impression indirecte par un procédé photomécanique sur la bobine de papier.

<sup>4</sup> La non utilisation de produits étiquetés « toxiques » est l'un des cinq critères. Plus de renseignements sur le site Internet du label Imprim'Vert® : <http://www.imprimvert.fr>

<sup>5</sup> Recensement effectué par l'AGEFOS-PME (Association de GEstion des fonds de FOrmation des Saliariés des Petites et Moyennes Entreprises) sur les villes de Paris, Toulouse, Marseille, Lyon, Bordeaux et Lille.

<sup>6</sup> Cette campagne de mesures constitue l'une des actions inscrites au Plan d'actions sur la Qualité de l'Air Intérieur lancé en 2013 par les ministères en charge de l'Environnement et de la Santé.

- d'évaluer les risques sanitaires, pour les riverains, liés aux substances identifiées comme traceurs d'émissions de l'activité imprimerie.

## **2. CAMPAGNE EXPLORATOIRE DE MESURES**

### **2.1 L'IMPRIMERIE « PILOTE » ET LES LOGEMENTS INVESTIGUES**

L'imprimerie retenue pour la campagne exploratoire de mesures a été choisie selon des critères de sélection spécifiques : imprimerie de labeur, labellisée Imprim'Vert®, de technologie offset, localisée en centre urbain (Paris, en rez-de-chaussée), avec des logements attenants et des volumes de production pendant la période de mesures représentatifs de son volume annuel.

Deux appartements, situés au 1<sup>er</sup> étage de l'immeuble d'habitations où se trouve l'imprimerie, ont été conjointement investigués. Le 1<sup>er</sup> logement (studio d'environ 20 m<sup>2</sup>) est situé à la verticale de la machine d'impression offset de l'imprimerie, et le 2<sup>nd</sup> logement (appartement d'environ 50 m<sup>2</sup>) est situé juste au-dessus des vestiaires de l'imprimerie.

### **2.2 DUREE DE LA CAMPAGNE**

L'imprimerie est en activité du lundi au vendredi (fermeture les mercredis) 10 heures par jour. D'après l'imprimeur, l'activité de l'imprimerie est uniforme et homogène sur les 4 jours travaillés. La campagne de mesures dans l'imprimerie et dans les logements a été déployée sur une semaine d'activité.

### **2.3 LES SUBSTANCES ET FAMILLES DE SUBSTANCES RECHERCHEES**

Les produits usuellement utilisés en imprimerie sont nombreux et de natures diverses. Une estimation des quantités utilisées est compliquée du fait de la disparité des entreprises et du nombre de produits potentiels. Pour l'imprimerie investiguée, la consommation en encre a été globalement estimée à une centaine de kilogrammes par an. Différentes sources documentaires<sup>7</sup> permettent cependant d'identifier les produits les plus préoccupants mis en œuvre en imprimeries offset feuilles :

- lors du montage des films : les colles ;
- lors de l'étape de fabrication des plaques :
  - Les solvants divers utilisés pour le nettoyage ;
  - Les révélateurs, développeurs et fixateurs de films ;
  - Les régénérateurs pour plaques ;
- lors de l'impression : les encres, liquides de mouillages et poudres antimaculage mais aussi les produits de nettoyage.

---

<sup>7</sup> Notamment : INRS (2003). Évaluation et prévention des risques dans les petites imprimeries offset. Dossier médico-technique 94 TC 92, p 109 – 150

L'ensemble de ces produits peuvent se composer de substances plus ou moins volatiles et présenter des caractères de dangers pour la santé. Alors que l'emploi du perchloroéthylène est spécifique de l'activité de pressing, les quelques substances recensées lors de la bibliographie<sup>8</sup> ne s'avèrent pas être des traceurs spécifiques de l'activité d'imprimerie. En effet, ces dernières correspondent même à des substances souvent déjà présentes dans les logements car provenant d'autres sources. Un screening plus large des composés potentiellement présents a donc été réalisé (recherche par familles). La liste des molécules cibles et familles recherchées est la suivante<sup>9</sup> :

- **COV** (Composés Organiques Volatils) dont :
  - n-hexane ;
  - benzène, toluène, éthylbenzène, xylènes ;
  - acétate d'éthyle, acétate d'isopropyle, éthanol, isopropanol, 1-méthoxypropane-2-ol ;
  - dichlorométhane, tétrachloroéthylène, trichloroéthylène ;
- **Composés carbonylés** dont :
  - formaldéhyde ;
  - acétone, butanone, cyclohexanone ;
- **Ozone** ;
- **HAP** (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques) ;
- **Particules** : PM1, PM2,5 et PM10 ;
- **Métaux** : arsenic, chrome, fer, nickel, cuivre, cadmium, plomb et zinc.

## 2.4 EMBLEMES DES POINTS DE PRELEVEMENT

Sept points de prélèvement ont été définis lors de la campagne de mesures, à différents emplacements entre l'imprimerie et les deux logements (cf. Figure 1), afin de caractériser les éventuels transferts de polluant lors de la semaine :

- deux points de mesure dans l'imprimerie, l'un positionné dans une zone de découpe et de stockage de papier et l'autre au plus près des machines d'impression offset ;
- un point de mesure dans la cage d'escalier reliant l'imprimerie au premier étage de l'immeuble ;
- deux points de mesure dans les logements sélectionnés (un pour chaque appartement) ;

---

<sup>8</sup> Notamment :

- Arrêté du 16/07/03 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées soumises à déclaration sous la rubrique n° 2450 relative aux imprimeries ou ateliers de reproduction graphique sur tout support tel que métal, papier, carton, matières plastiques, textiles, etc., utilisant une forme imprimante (JO n° 205 du 5 septembre 2003 et BOMEDD n° 2003-19 du 15 octobre 2003) ;
- INRS (2011). Panorama des expositions professionnelles à des composés organiques volatils entre 2003 et 2010.

<sup>9</sup> Il est important de noter que la campagne exploratoire de mesures tient compte du fait que l'installation investiguée est labellisée Imprim'Vert® et ne fait donc pas l'usage de produits dits « toxiques » (critère n°3 au cahier des charges du label Imprim'Vert®).

- deux points de mesure en extérieur, l'un au-dessus de l'imprimerie dans la cour intérieure du 1er étage entre les deux logements et l'autre dans la rue, au rez-de-chaussée, permettant d'avoir un point de référence non impacté par l'activité de l'imprimerie.

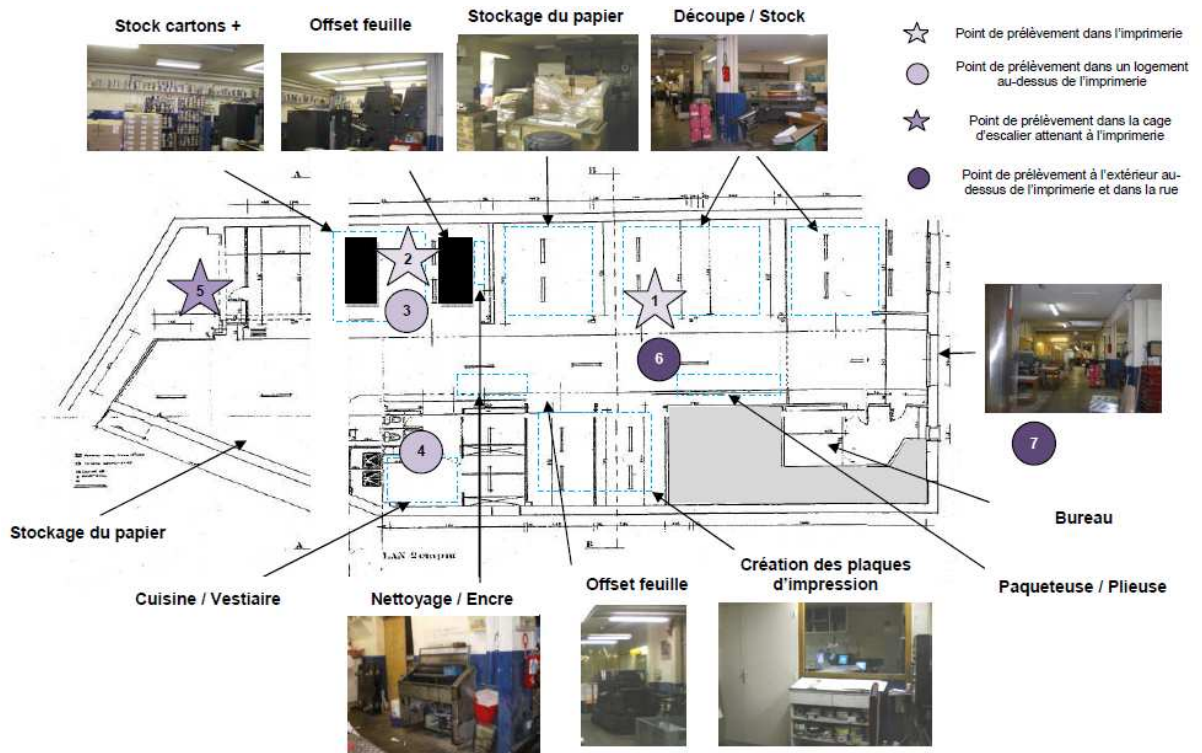


Figure 1 : plan de l'imprimerie investiguée et localisation des points de prélèvement pour la campagne de mesures

## 2.5 SYSTEMES DE MESURE

Afin de couvrir l'ensemble des substances et des familles de substances à rechercher, diverses techniques de prélèvements et d'analyse complémentaires ont dû être mises en œuvre, combinant des objectifs de représentativité temporelle et spatiale différentes.

### 2.5.1 MESURES PAR METHODES INTEGRATIVES

Les mesures dites par méthodes « intégratives » (prélèvement sur support et analyse en différé) ont permis :

- par **prélèvements passifs**<sup>10</sup>, d'évaluer les concentrations moyennées aux différents points, sur 5 jours consécutifs, soit la période d'activité représentative de l'activité usuelle de l'imprimerie (du lundi au vendredi, nuits et mercredi fermés inclus). Cette mesure intègre les variations de concentration et est donc plus représentative d'une exposition sur le long terme. Les échantillonneurs passifs étant faciles à mettre en œuvre (outils peu encombrants, sans nuisance sonore), les points de mesure ont pu être multipliés mais le spectre des

<sup>10</sup> Prélèvements réalisés à l'aide de tubes à diffusion, soient des cartouches contenant un adsorbant.

substances quantifiables était restreint (débits de diffusion des systèmes passifs non connus pour l'ensemble des substances) ;

- par **prélèvements actifs**<sup>11</sup>, de quantifier un spectre de substances beaucoup plus large mais sur un pas de temps plus court (1 journée d'activité de l'imprimerie). L'objectif de ces mesures était de pouvoir comparer les concentrations mesurées parallèlement dans les logements et dans l'imprimerie. Ces mesures sont moins représentatives de l'exposition chronique des occupants des logements que celles mises en œuvre par prélèvements passifs.

### **2.5.2 MESURES PAR METHODES « AUTOMATIQUES » OU « EN TEMPS REEL »**

Les méthodes « automatiques » ou « en temps réel » entre plusieurs points de prélèvement permettent d'accéder aux variations simultanées de concentrations entre divers points de prélèvement (imprimerie versus logement) afin d'identifier les activités de l'imprimerie (ou des logements) potentiellement impactantes.

## **2.6 QUESTIONNAIRE**

Des questionnaires d'accompagnement ont été distribués aux occupants des deux logements investigués pour décrire les activités domestiques pendant la campagne de prélèvements (travaux, séquences de ménage, séquences de cuisine, présence de fumeurs, types de meubles, aération du logement, etc.). Cette collecte d'informations a permis d'identifier des activités pouvant induire des biais dans l'étude des transferts potentiels de polluants.

## **3. EXPLOITATION DES RESULTATS DE MESURE**

Afin d'identifier des substances susceptibles d'être des traceurs potentiels d'un transfert de l'imprimerie vers les logements, les résultats de mesure ont été exploités selon différentes étapes de sélection successives<sup>12</sup>.

A l'issue de la démarche de sélection, sur les 60 substances et 6 familles chimiques retrouvées à la fois dans l'imprimerie et les logements, 28 substances et 1 famille de substances ont été identifiées comme "traceur potentiel d'un transfert imprimerie-logement". Pour 17 substances et 5 familles de substances, il n'a pas été possible de statuer sur un transfert depuis l'imprimerie vers les logements, en raison de l'absence de données de bruit de fond dans la littérature.

---

<sup>11</sup> Prélèvements réalisés par pompage de l'air à échantillonner au travers de cartouches contenant un ou plusieurs adsorbants.

<sup>12</sup> Pour plus d'informations sur la méthodologie d'exploitation des résultats de la campagne de mesure, voir le rapport d'étude complet « Impact des activités de proximité sur la qualité de l'air intérieur dans les logements attenants : les imprimeries » (Réf : DRC-15-152437-01073B) disponible sur le site Internet de l'INERIS.

#### **4. ETUDE DE CORRELATION ENTRE LES SUBSTANCES MESUREES ET LES PRODUITS CHIMIQUES UTILISES PAR L'IMPRIMERIE**

Le troisième volet de l'étude consistait à identifier l'origine potentielle dans l'imprimerie des substances identifiées ci-avant (y compris celles sans données de fond). Cette recherche s'est appuyée sur les produits recensés lors des visites du site et l'analyse des Fiches de Données de Sécurité (FDS) dans un premier temps, puis d'après la liste établie par des travaux de l'Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles (INRS), recensant les produits usuellement utilisés dans le secteur de l'imprimerie<sup>13</sup>.

Les substances non identifiées lors de cette recherche et les substances pour lesquelles l'exploitant a clairement spécifié qu'elles n'étaient pas ou plus utilisées sur le site, ont été considérées comme ne provenant pas de l'imprimerie.

Sur les 29 substances et familles chimiques retenues comme traceurs potentiels de l'activité imprimerie :

- 21 sont présentes dans les produits utilisés par l'imprimerie :
  - 12 sont des dérivés hydrocarbures aliphatiques et alicycliques disposant d'un nombre de carbone compris entre C6 et C11, semblant provenir des produits de nettoyage ;
  - 8 autres sont des dérivés du benzène disposant d'un nombre de carbones compris entre C7 et C9 et également potentiellement issus des produits de nettoyage ;
  - le 2-butoxyéthanol est présent au sein de l'additif de mouillage utilisé ;
- 3 n'ont pas été identifiées dans les FDS des produits utilisés par l'imprimerie, mais sont cependant des composés potentiellement utilisés dans le secteur d'activité de l'imprimerie. Il s'agit d'oxydes de fer et de chrome III qui peuvent être utilisés comme pigments dans les encres, et des terpènes qui peuvent modifier la viscosité des encres ;
- 5 ne semblent pas être issues de l'imprimerie : l'exploitant a spécifié que le trichloroéthylène et le dichlorométhane n'étaient plus utilisés et l'hexanal, le butanal et l'acétaldéhyde ne sont pas utilisés dans l'activité d'imprimerie en général.

Il n'est pas possible de conclure sur une relation entre 22 substances et familles chimiques d'intérêt et l'activité d'imprimerie, en l'absence de données comparatives de bruit de fond. Cela concerne :

- 20 substances ou familles chimiques potentiellement présentes dans les produits utilisés par l'imprimerie :
  - 10 sont de type hydrocarbures aliphatiques et alicycliques comportant entre 6 et 9 carbones, pouvant être associées aux solvants naphta des produits de nettoyage ;
  - 10 sont de type hydrocarbures aromatiques, pouvant là encore être issues des produits de nettoyage

---

<sup>13</sup> Notamment : INRS (2003). Évaluation et prévention des risques dans les petites imprimeries offset. Dossier médico-technique 94 TC 92, p 109 – 150

- 2 substances ne semblent pas être issues de l'imprimerie : le 2-éthoxy-2-méthylpropane et le chlorobenzène.

Ainsi, les substances pour lesquelles il ressort que la source ne peut être l'imprimerie ont été écartées et ne sont pas traitées dans le cadre de l'évaluation des risques sanitaires (ERS).

Au Tableau 1 sont listées les traceurs de l'activité de l'imprimerie, et par principe de précaution, pour les substances d'intérêt dites sans conclusion en l'absence de données comparatives de bruit de fond.

Tableau 1 : Liste des substances d'intérêt pour la conduite de l'évaluation des risques sanitaires

Liste des <b>traceurs de l'activité imprimerie</b> (24 substances et familles chimiques)	Liste des <b>substances d'intérêt « sans conclusion »</b> <i>en l'absence de valeurs de référence de bruit de fond</i> (20 substances et familles chimiques)
<b>Substances</b>	<b>Substances</b>
Chrome Fer n-Pentane n-Hexane n-Heptane n-Octane n-Undécane 2 Méthylpentane 3 Méthylpentane 2 Méthylhexane 2,4 Diméthylpentane Isooctane Méthylcyclopentane Méthylcyclohexane Toluène Ethylbenzène m + p - Xylènes o - xylène 1,2,3 Triméthylbenzène 1,2,4 Triméthylbenzène n-Propylbenzène Cumène 2-Butoxyéthanol	2,2 Diméthyl butane Ethylpentane Diméthylcyclopentane Méthyléthylcyclohexane 2,3 Diméthylpentane Cyclohexane 2,3 Diméthylbutane Octahydro indène Octahydro-Pentalène 1,3 Diéthylbenzène 1,4 Diéthylbenzène Méthyl 2 éthyl 1 benzène Méthyl 3 éthyl 1 benzène Méthyl 4 éthyl 1 benzène Indane
<b>Familles chimiques</b>	<b>Familles chimiques</b>
Somme des terpènes	Somme des paraffines Somme des paraffines substituées Somme des cycloparaffines Somme des benzènes substitués en C4 Somme des benzènes substitués en C5

## 5. ENJEUX SANITAIRES AUTOUR L'ACTIVITE IMPRIMERIE

Les substances d'intérêt et les transferts potentiels de l'imprimerie vers les logements ayant pu être identifiés, l'objectif était d'évaluer et d'identifier ceux présentant des enjeux potentiels du point de vue sanitaire, pour une exposition chronique par inhalation pour les habitants des logements investigués lors de la campagne de mesures.

Pour ce faire, la démarche d'Evaluation des Risques Sanitaires (ERS) a été déclinée selon les quatre étapes classiques recensées dans le guide méthodologique de l'INERIS<sup>14</sup> : identification des dangers, évaluation de la relation dose/réponse *via* les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR)<sup>15</sup>, évaluation de l'exposition et du risque.

Deux scénarios d'exposition raisonnablement conservateurs et correspondant à deux types de profils ont été définis :

- Un scénario « **Résident salarié** » (exposition dite « moyenne »), soit un habitant exerçant une profession à l'extérieur et présent dans son logement 15 heures par jour, 47 semaines par an sur 30 ans (médiane de la distribution des budgets espaces temps pour un salarié<sup>16</sup>) ;
- Un scénario « **Résident retraité/inactif** » (exposition dite « maximale »), soit un habitant présent 24h sur 24 dans son logement (percentile 95 de la distribution des budgets espaces temps pour un retraité/inactif<sup>16</sup>).

Des indicateurs de risques (Quotient de Danger, QD, pour les effets à seuil ; Excès de Risque Individuel, ERI, pour les effets sans seuil) ont été calculés sur la base de ces scénarios et des concentrations mesurées dans les logements pour l'ensemble des substances retenues comme traceurs de l'activité de l'imprimerie, et par principe de précaution, pour les substances d'intérêt dites sans conclusion en l'absence de données comparatives de bruit de fond.

---

<sup>14</sup> INERIS, août 2013, première édition. DRC-12-125929-13162B, Démarche intégrée pour l'évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires - première édition - août 2013

<sup>15</sup> Pour cette étude, dans le cas où pour une substance, aucune VTR n'a pu être recensée dans les bases citées dans la note d'information n° DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31/10/14, les guides du Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group Series<sup>15</sup> ont été consultés, au regard du caractère aromatique ou aliphatique et du nombre de carbone de la substance.

<sup>16</sup> InVS, 2010 – A. Zeghnoun et F. Dor – Description du budget espace-temps et estimation de l'exposition française dans son logement.



Pour certaines de ces substances, les indicateurs de risque calculés sont proches voire dépassent les valeurs repères. Au regard des incertitudes inhérentes à la démarche de l'ERS et propres à cette étude de première approche, l'apparition d'effets sanitaires ne peut être exclue pour les substances suivantes :

- Effets à seuil (substances classées ci-dessous pour des QD décroissants) :
  - pour les hydrocarbures de types aromatiques :
    - le 1,2,4-triméthylbenzène ;
    - le 1,2,3-triméthylbenzène, les benzènes substitués en C4 et les isomères du méthyl-éthylbenzène ;
    - le n-propylbenzène, le n-undécane, les isomères du diéthylbenzène et l'indane ;
  - pour les hydrocarbures aliphatiques : paraffines substituées et cycloparaffines ;
- Effets sans seuil : pour l'éthylbenzène, un hydrocarbure de type aromatique.

Ces substances semblent être issues essentiellement des produits de nettoyage des machines et plus précisément des solvants naphtha de ces produits pour les hydrocarbures aliphatiques. Ce constat sur le rôle des produits de nettoyage dans la problématique de l'activité imprimerie est conforté par l'évolution des teneurs en composés organiques volatils totaux (COVT), mesurées en temps réel, qui a mis en évidence des pics de concentration au moment des phases de nettoyage des machines offset.

En l'absence de VTR pour les oxydes de fer (pigments des encres) et le n-pentane (produits nettoyants), une Evaluation des Risques Sanitaires n'a pas pu être réalisée pour ces deux substances.

## 6. CONCLUSIONS

Cette première étude intègre l'ensemble des volets de l'évaluation des expositions dans les logements attenants à des imprimeries. Elle a permis :

- de définir une « liste socle » restreinte de substances d'intérêt pour le secteur d'activité de type imprimerie, en l'absence de traceurs préalablement connus (à l'inverse du perchloroéthylène pour le secteur du nettoyage à sec) ;
- d'identifier les solvants de nettoyage des machines d'impression, comme étant possiblement la source principale des substances susceptibles d'être transférées de l'imprimerie vers les logements attenants ;
- de réaliser, sur la base des concentrations mesurées, une première évaluation des risques sanitaires en lien avec cette activité et pour les occupants des logements attenants. Cette étude a montré que même si l'apparition d'effets sanitaires ne peut être exclue pour certaines substances, le risque reste modéré pour le site investigué<sup>17</sup>.

Il est toutefois très important de borner la portée de ce dernier enseignement basé sur des hypothèses relatives aux sources des substances et dépendant de la représentativité du site d'étude et des concentrations mesurées.

Les présents travaux rejoignent les conclusions d'une étude menée en 2013 par le Pôle national d'Innovation de l'Imprimerie<sup>18</sup> sur le label Imprim'Vert® qui suggéraient le remplacement des produits de nettoyage à base de solvants. Ainsi, en synergie avec les actions de la profession actuellement en cours en termes de faisabilité technique, telles que la substitution de ces produits, il serait intéressant d'approfondir les effets des solutions de substitution sur les logements attenants. Une nouvelle campagne de mesures dans l'imprimerie déjà étudiée pourrait inclure, sur une temporalité à définir, la mise en œuvre de produits lessiviels en substitution des produits de nettoyage usuellement utilisés.

### **Référence du rapport :**

INERIS, 2015. Impact des activités de proximité sur la qualité de l'air intérieur dans les logements attenants : les imprimeries. DRC-15-152437-01073B

Disponible sur le site Internet de l'INERIS au lien suivant :

<http://www.ineris.fr/centredoc/drc-15-152437-01073b-vf2-1447402850.pdf>

<sup>17</sup> Imprimerie labellisée Imprim'Vert® avec un atelier bien aéré pendant la journée (portes ouvertes en permanence et système de ventilation mécanique). Il est possible que les concentrations mesurées dans cette imprimerie soient plus faibles que dans certaines imprimeries de centre-ville non labellisées et avec un moins bon système de ventilation.

<sup>18</sup> Etude sur l'Evolution de la réglementation CLP en lien avec le critère 3 d'Imprim'vert® - Août 2013