

TRAITEMENT DES COMPOSÉS ORGANIQUES VOLATILS DANS LE SECTEUR DES INDUSTRIES GRAPHIQUES

Après une description des différents procédés utilisés dans l'impression et les industries graphiques, le document dresse un état des lieux de l'activité économique du secteur. La problématique des émissions de COV (Composés Organiques Volatils) est ensuite abordée, à la fois en termes d'hygiène du travail et d'environnement, avec un rappel de la réglementation environnementale en vigueur. Le document s'attache ensuite à présenter les différentes techniques de réduction des émissions canalisées applicables pour chaque procédé d'impression, tout en insistant sur la nécessité d'associer hygiène et environnement préalablement à toute action de traitement des COV.

Les Composés Organiques Volatils (COV) sont l'une des principales sources de pollution atmosphérique tant pour l'homme que pour l'environnement. Ils ont deux types d'impact : soit un effet direct (toxicité), soit un effet indirect par l'augmentation de la production d'ozone dans la troposphère. Partant du fait qu'un peu plus de 30 % des COV émis sont d'origine industrielle, la législation européenne (directive du 11 mars 1999) [1] impose une diminution des émissions de COV dues à l'utilisation de solvants organiques, notamment par le respect de valeurs limites d'émissions canalisées et diffuses.

Cette directive a déjà été transposée en droit français pour les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) soumises à autorisation - arrêté du 29 mai 2000 modifiant l'arrêté

du 2 février 1998 [2] - et est en cours de transposition pour les ICPE soumises à déclaration par création ou modification des arrêtés types qui les réglementent.

La réglementation environnementale introduit une distinction pouvant avoir des conséquences directes sur l'exposition professionnelle. Elle différencie, en effet, les gaz résiduels, rejetés par une cheminée ou tout autre équipement de réduction, des émissions diffuses et prescrit de fait trois valeurs limites distinctes, à savoir résiduelle, diffuse et totale. Ce qui n'est pas capté étant diffus, l'interaction environnement / atmosphère de travail est ici évidente. Il est donc important de faire en sorte que la dynamique environnementale actuelle s'accompagne dans les industries concernées d'une volonté de progrès en matière d'hygiène et de sécurité du travail.

- Imprimerie
- Industrie graphique
- Composé organique volatil
- Rejet
- Air
- Épuration

► *Stéphanie MARSTEAU*
INRS, Département Ingénierie des procédés

TREATMENT OF VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS (VOC) IN THE GRAPHICS INDUSTRY SECTOR

Following a description of the different processes implemented in the printing and graphical industries, this document provides a review of economic activity in the sector. The problem of Volatile Organic Compound (VOC) emissions is then considered in both occupational health and environmental terms with a reminder of current environmental regulations. The document then endeavors to present the different methods of reducing channeled emissions applicable to each printing process, whilst stressing the need to associate health and environment prior to any action involving VOC treatment.

- Printing
- Graphics industry
- Volatile Organic Compound
- Emission
- Air
- Purification

Les cas d'exposition aux vapeurs de COV sont nombreux. L'ensemble des professionnels concernés travaille à la suppression ou à la réduction de ces émissions à la source. C'est ainsi que l'on voit apparaître les peintures en poudre ou aqueuses, les encres à réticulation UV, de nouvelles formulations dans la production de caoutchouc, les pré-imprégnés dans la mise en œuvre des matériaux composites et des produits lessiviels en remplacement des solvants chlorés dans le dégraissage des métaux. La substitution de produit et le changement de procédé ne sont cependant pas encore généralisés et la prévention par le captage et le traitement des émissions gazeuses reste encore d'actualité.

Le secteur de l'imprimerie, souvent cité par les préventeurs des CRAM, a été retenu pour cette étude. La grande variété des produits employés, la complexité de leur formulation et la petite taille des entreprises, sont autant de facteurs d'aggravation des risques. Notons que le terme d'imprimerie recouvre des réalités industrielles fortement contrastées, à la fois en termes de marchés, de tailles d'entreprises et de procédés employés et que c'est à l'ensemble de ce secteur très diversifié que nous nous intéresserons.

Cet article a pour but de dresser le tableau du secteur de l'imprimerie et de la reproduction graphique et d'étudier la faisabilité de mise en place d'installations de traitement des vapeurs de COV captées afin d'améliorer les conditions d'hygiène.

DESCRIPTION DU SECTEUR DE L'IMPRESSION ET DES INDUSTRIES GRAPHIQUES

LES PRINCIPAUX PROCÉDÉS D'IMPRESSION

Le secteur de l'imprimerie et de la reproduction graphique recouvre différents procédés industriels. Les industries concernées peuvent être divisées en cinq catégories selon le procédé d'impression utilisé : typographie, flexographie, offset, héliogravure, sérigraphie.

La typographie est une méthode d'impression basée sur le principe du relief. Les caractères à imprimer, reportant l'encre sur le support directement par contact et pression sont surélevés par rapport aux parties non imprimantes.

La flexographie est basée sur le même principe que la typographie et utilise des clichés de caoutchouc et des encres à prise rapide sur une presse rotative.

Pour l'impression offset, ce n'est pas un phénomène physique qui sépare les zones imprimantes des zones non-imprimantes (l'encre remplit des creux ou se place sur des reliefs), mais un phénomène physico-chimique : le principe de base de l'offset repose sur la répulsion entre la solution de mouillage et l'encre. La plaque est traitée au préalable de sorte que les zones imprimantes soient hydrophobes et les zones non-imprimantes hydrophiles. Cette plaque, nommée blanchet, est en général à base d'aluminium et recouverte d'une fine couche de polymère sur les zones imprimantes. Il y a deux principaux types de presses offset : les presses à feuilles, qui impriment sur des feuilles individuelles, et les presses rotatives qui impriment en continu sur un rouleau de papier.

En héliogravure, l'image à reproduire est reportée sur des cylindres et y est gravée en profondeur par morsure à l'acide. Lors de l'impression, l'encre est déposée dans les alvéoles obtenues puis le papier est pressé entre le cylindre à gravure et le cylindre d'impression.

Pour la sérigraphie, la forme à imprimer est exposée sur le cadre lequel est placé sur le papier. Une épaisse couche d'encre est appliquée sur le cadre par une raclette en caoutchouc. L'encre passe à travers les zones perméables du pochoir sur la surface à imprimer.

Les caractéristiques générales de ces procédés (types d'encre, supports imprimés, types de séchage, principaux solvants et diluants utilisés) sont rappelées dans les *Tableaux 1 à V*.

LES PROCÉDÉS D'IMPRESSION PAR SECTEUR

L'impression peut également être sectorisée suivant le support imprimé. Parmi les supports, on peut citer le

papier, le carton, les matières plastiques, les textiles, les métaux... Un récapitulatif des techniques utilisées dans les différents domaines d'activités est donné *Tableau VI*.

PROFIL ÉCONOMIQUE DU SECTEUR DE L'IMPRIMERIE EN FRANCE

En statistiques économiques, les industries sont répertoriées suivant la Nomenclature d'Activité Française (NAF) qui attribue un code APE aux entreprises. Ce code correspond à l'Activité Principale Économique de l'entreprise. Ainsi, le secteur des industries graphiques est représenté dans la nouvelle nomenclature, révision 1 de 2003, par le code 22.2.

Cependant, toutes les opérations d'impression ne sont pas réalisées dans des entreprises dont l'activité principale est l'impression. Potentiellement, des activités d'impression peuvent exister à tous les niveaux industriels. Une grande partie des opérations d'impression échappent à la classe 22.2 réservée à cette activité. C'est le cas, par exemple, de l'impression sur sacs plastiques (procédé flexographique) qui est répertoriée dans la classe 252C (fabrication d'emballages en matière plastique) et n'apparaît donc pas dans les statistiques de la profession. Les données économiques disponibles n'apportent donc qu'une vision partielle de l'activité « impression ».

Certains des résultats présentés ici ne dressent qu'un état des lieux partiel du secteur imprimerie, au sens des entreprises appartenant à la classe 22.2.

TAILLE DES ENTREPRISES

La plupart des statistiques publiées ne considère qu'un petit nombre des entreprises, ne prenant en compte que les entreprises de plus de 10 salariés. Il est intéressant de considérer l'ensemble du secteur des industries graphiques, en appréciant la part des entreprises artisanales employant moins de 10 salariés, hors travailleurs indépendants. En 2003, ce secteur concernait 6 935 entreprises et employait 90 609 salariés. La répartition des entreprises et des personnels en fonction de la taille des entreprises est donnée *Figure 1*.

TABLEAU I

Caractéristiques de l'impression par héliogravure
Heliography printing characteristics

Support	Séchage	Solvants, diluants
Papier Carton Plastique Aluminium mince	Évaporation	Aromatiques : toluène Alcools : alcools éthylique et isopropylique Esters : acétates d'éthyle et d'isopropyle Cétones : méthyléthylcétone

TABLEAU II

Caractéristiques de l'impression par flexographie
Flexography printing characteristics

Support	Séchage	Solvants, diluants
Papier Carton Plastique Aluminium mince	Évaporation Réticulation (encres UV)	Aromatiques : toluène Alcools : alcool éthylique et isopropylique, 1-méthoxy-2-propanol Esters : acétate d'éthyle et d'isopropyle

TABLEAU III

Caractéristiques de l'impression offset
Offset printing characteristics

Support	Séchage	Solvants, diluants
Papier Carton Fer-blanc Aluminium	Oxydation Évaporation Cuisson	Liquide de mouillage : eau + alcool isopropylique Solvant de nettoyage : hydrocarbures aliphatiques et aromatiques

TABLEAU IV

Caractéristiques de l'impression par sérigraphie
Serigraphic printing characteristics

Support	Séchage	Solvants, diluants
Papier Carton Verre Céramique Plastique Métal Tissu	Cuisson Pénétration Évaporation	Hydrocarbures aromatiques : triméthylbenzène, toluène, xylène Hydrocarbures cycliques : cyclohexane Alcools : 1-méthoxy-2-propanol Cétones : acétone, méthyléthylcétone, diacétone alcool Esters : acétates d'éthyle, de n-butyle, d'éthylglycol, de 1-méthoxy-2-propyle

TABLEAU V

Caractéristiques de l'impression par typographie
Typographic printing characteristics

Support	Séchage	Solvants, diluants
Papier	Pénétration Oxydation	Hydrocarbures : pétrole lampant, kérosène, térébenthine, toluène, xylène Hydrocarbures chlorés Alcools : alcool éthylique

TABLEAU VI

Les techniques d'impression par domaine d'activité
Printing methods by area of activity

	Héliogravure	Flexographie	Offset		Sérigraphie	Typographie
			Rotative	Feuilles		
Presse Impression de journaux			••			••
Édition publication Impression de livres, magazines, catalogues...	••••		••	••••	••••	••
Emballages Impression de produits pour l'emballage	••	••••	••		••	
Emballages métalliques Impression sur canettes, capsules...				••	••	
Décoration Papiers peints, revêtements de sols...	••	••				

Les entreprises du secteur des industries graphiques sont majoritairement de petites structures, puisque la moyenne des effectifs par entreprise est de 13 salariés et que plus de 70 % des imprimeries ont moins de 10 salariés et 95 % d'entre elles emploient moins de 50 personnes. L'essentiel de l'effectif salarié (76 %) travaille dans des entreprises de moins de 100 employés. Les petites entreprises (moins de 10 salariés) emploient un peu plus de 20 % de l'effectif total.

RÉPARTITION DES DIFFÉRENTS PROCÉDÉS

Du point de vue de la production sur carton et papier, la répartition des différents procédés d'impression, en 2000, en France, est représentée *Figure 2*.

L'offset est le procédé majoritaire, et plus particulièrement l'offset sur machines rotatives (54,4 %). L'héliogravure représente un sixième de l'activité. Les autres procédés (typographie, flexographie, sérigraphie) ne constituent qu'une petite partie du volume traité (2,8 %). Cependant, ces données ne prennent en compte qu'une partie des activités d'imprimerie : celles réalisées dans des entreprises dont l'activité principale est l'imprimerie (APE 22.2) et sur papier ou carton. De façon à prendre en compte l'ensemble des activités d'impression, sur tous les supports, il paraît plus judicieux de comparer les tonnages des solvants utilisés par procédé.

La *Figure 3* montre que le procédé par flexographie consomme autant de solvants que l'offset et nettement plus que la sérigraphie.

TAILLE DES ENTREPRISES PAR PROCÉDÉ

Un récapitulatif du pourcentage de production selon la taille des entreprises de plus de dix personnes, pour chaque procédé d'impression, est donné *Tableau VII*.

Pour l'héliogravure, la plus grande partie de la production est assurée par des entreprises de taille importante (plus de 200 personnes). L'impression par flexographie ou typographie prédomine dans des entreprises moyennes (100 à 199 personnes).

FIGURE 1

Répartition des entreprises et des personnels en fonction de la taille des entreprises. Source UNEDIC, données 2003.

Distribution of companies and personnel in relation to company size. Source UNEDIC, 2003 data

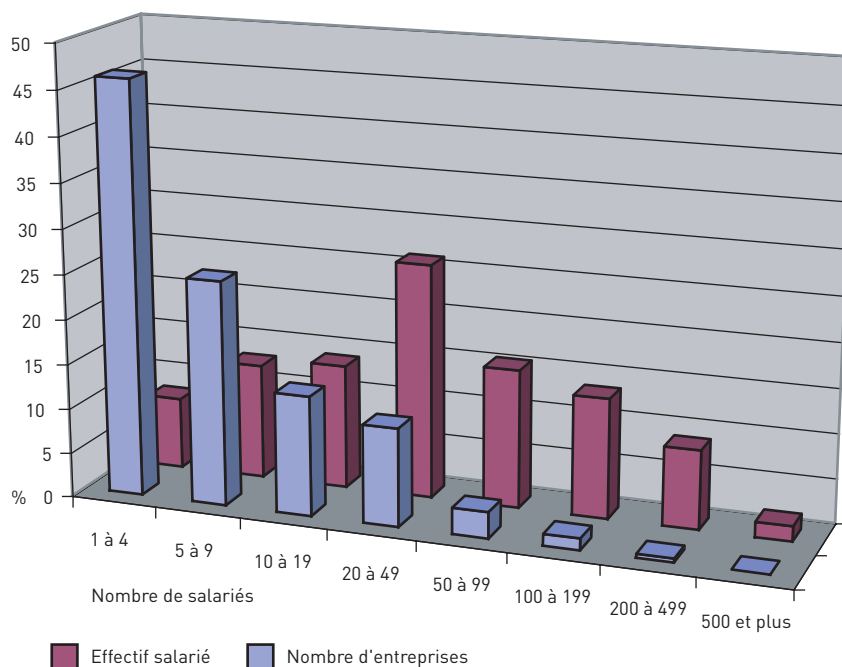


FIGURE 2

Répartition des procédés en % des tonnages imprimés sur papier et carton. Source FICG, 2000 [3]

Distribution of processes in % of tonnages printed on paper and cardboard. Source FICG, 2000 [3]

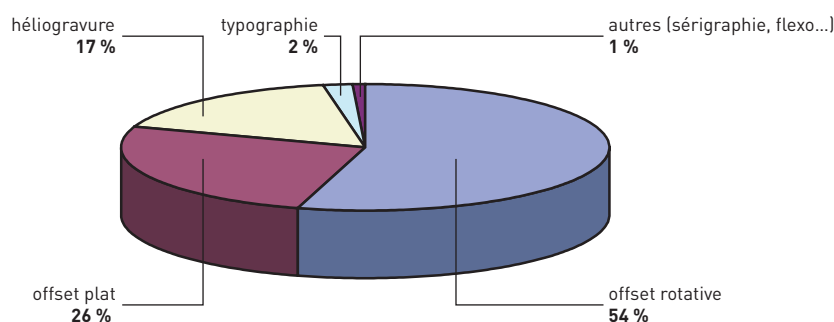


FIGURE 3

Consommation de solvants dans le secteur de l'imprimerie (1999) [4]

Solvent consumption in the printing sector (1999) [4]

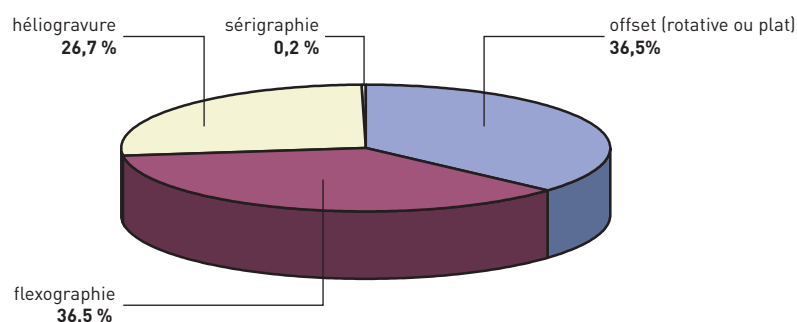


TABLEAU VII

Production en fonction de la taille des entreprises [3] (en %)
Production in relation to company size [3] (%)

Effectif salarié	Héliogravure	Flexographie	Offset plat et roto	Sérigraphie	Typographie
10 à 19		1,2	2,8	12,9	2
20 à 49		23,7	17,1	46,6	7,1
50 à 99	0,4	8,9	19,7	15,8	1,1
100 à 199	10,6	49,5	22,6	24,5	89,5
200 à 499	61,7	16,5	16,8		0,1
500 et plus	27,1	27,1	20,5		

Pour ce qui concerne l'offset, la taille des entreprises se répartit uniformément entre 20 et 500 personnes. Par contre, la sérigraphie concerne essentiellement de petites entreprises (de 20 à 49 personnes).

SYNTHÈSE

Les entreprises appartenant à la classe 22.2 sont majoritairement de petites structures, excepté dans le domaine de l'héliogravure, où les effectifs sont généralement supérieurs à 200. L'offset reste le procédé majoritaire, à la fois en termes de production (sur papier et carton) et d'effectifs, et plus particulièrement, l'offset sur machines rotatives. Le procédé typographique est en voie de disparition en France. De même, l'héliogravure est peu à peu remplacée par l'offset, notamment pour l'impression des magazines. La flexographie est peu représentée dans le secteur des industries graphiques. En revanche, à titre d'exemple, ce procédé est très utilisé pour l'impression sur films plastique souples. De ce fait, il est équivalent à l'offset pour la consommation de solvants et ces deux procédés sont prédominants pour les activités d'impression.

LES ÉMISSIONS DE COMPOSÉS ORGANIQUES VOLATILS (COV) EN IMPRESSION

Les émissions de COV sont dues à l'évaporation des solvants utilisés lors de

l'impression. En fonction des procédés, ces émissions pourront avoir différentes origines : évaporation des solvants contenus dans les encres liquides, des solvants utilisés pour le nettoyage ou, en impression offset, de l'alcool isopropylique de la solution de mouillage.

Pour les encres, la quantité de COV émise dans l'atmosphère est fonction de la proportion de solvant présent dans l'encre et du type de séchage utilisé. L'héliogravure, la sérigraphie ainsi que la flexographie génèrent beaucoup de COV car elles utilisent des encres liquides solvantées qui séchent par évaporation. Les encres liquides utilisées en sérigraphie peuvent, par exemple, contenir une proportion de solvant allant jusqu'à 65 %. De plus, la quantité importante d'encre déposée lors de ce procédé induit de fortes émissions lors du séchage. Les encres grasses utilisées en offset et en typographie contiennent des diluants pétroliers très peu volatils et séchent essentiellement par pénétration dans le support. Ces procédés génèrent donc peu de COV, sauf dans le cas de l'offset rotative avec sécheur, procédé qui force l'évaporation du diluant. Pour l'offset, d'une façon générale, la pollution par les solvants est essentiellement liée au nettoyage [5].

La présence dans l'atmosphère de COV dans l'ensemble du secteur de l'imprimerie peut poser des problèmes à la fois en termes d'hygiène industrielle et d'environnement. En hygiène du travail, les risques liés à l'exposition aux vapeurs de COV sont connus, d'où l'existence de Valeurs Limites d'Exposition (VLE) [6]. Pour l'environnement, en raison du rôle des COV comme précurseurs d'ozone, la législation européenne (Directive du 11 mars 1999) impose une diminution des émissions de ces composés par

l'industrie, notamment par le respect de valeurs limites d'émission canalisées et diffuses [6]. Il est important d'associer ces deux contraintes, valeurs limites d'exposition et valeurs limites d'émission, afin d'éviter un antagonisme entre prévention des risques professionnels et protection de l'environnement.

L'EXPOSITION PROFESSIONNELLE EN IMPRIMERIE

Une interrogation de la base COLCHIC [7] a fourni des éléments d'évaluation de l'exposition des salariés aux solvants, en fonction des différents procédés d'impression rencontrés.

Offset

La situation semble globalement satisfaisante, avec peu de dépassements des Valeurs Moyennes d'Exposition (VME) considérées tant en ambiance qu'en prélèvement individuel. Il convient cependant de nuancer ces résultats, car le procédé offset peut recouvrir des réalités industrielles très différentes. En effet, il est utilisé aussi bien dans de très petites imprimeries de labeur que pour des impressions à plus grande échelle, type impression sur emballages carton. De plus, il faut distinguer offset rotative et offset plat, pour lesquelles les émissions de solvants ne sont pas comparables.

Dans le cas des très petites imprimeries de labeur (offset à feuilles), une étude récente [8] sur huit imprimeries montre que l'exposition aux solvants n'est pas négligeable. Les prélèvements réalisés mettent en avant des phases d'exposition maximales durant les nettoyages ainsi qu'une augmentation des concentrations au cours de la journée qui s'explique par une accumulation de la pollution due à un renouvellement insuffisant de l'air. Parallèlement, pour des imprimeries de plus grande taille, utilisant le plus souvent l'offset rotative, une autre étude [5] conclut que les conditions d'hygiène sont globalement satisfaisantes, avec toutefois le même problème que pour les petites imprimeries en ce qui concerne le nettoyage.

Les conclusions sont donc contrastées suivant la taille et le type de procédé offset. Le nettoyage apparaît toutefois problématique quel que soit le procédé utilisé.

Héliogravure

Le procédé d'impression par héliogravure est utilisé dans deux secteurs très différents : l'édition et l'industrie de l'emballage.

Pour l'édition, la production est réalisée dans de très grosses entreprises, alors que pour l'emballage, l'héliogravure est souvent utilisée conjointement à la flexographie, avec des machines plus petites. La réglementation environnementale prend en compte cette réalité industrielle en distinguant l'héliogravure d'édition des autres procédés utilisant l'héliogravure.

Pour le secteur de l'héliogravure dans son ensemble, les résultats de COLCHIC [7] montrent que des dépassements de VME sont constatés pour le toluène et, dans une moindre mesure, pour les acétates d'éthyle ou d'isopropyle et la méthyléthylcétone. Le toluène est surtout utilisé pour l'héliogravure d'édition et les solvants type acétate et cétone pour l'impression sur emballages.

Pour l'héliogravure d'édition, 18,5 % des mesures de toluène réalisées en ambiance et 6,2 % des prélèvements individuels de toluène dépassent la VME de 375 mg.m⁻³.

Flexographie

Pour ce procédé, les prélèvements d'ambiance et individuels montrent peu de dépassements de la VME. Les résultats sont similaires à ceux de l'héliogravure sur emballages, ces deux procédés étant souvent utilisés par les mêmes industries. Quelques dépassements tant en ambiance qu'en exposition individuelle sont constatés pour le 1-méthoxy-2-propanol.

Sérigraphie

Ce procédé se distingue des précédents par le grand nombre de solvants utilisés. La base de données COLCHIC liste 13 composés différents. Dans le cas du triméthylbenzène, on constate 15,2 % de dépassement de la VME en ambiance et 9,7 % en prélèvement individuel. Ces valeurs sont en accord avec celles présentées dans le guide pratique de ventilation sur la sérigraphie [9].

TABLEAU VIII

Extrait de la nomenclature des ICPE - Rubrique N° 2450 – Imprimerie
Extract from ICPE nomenclature - Section N° 2450 – Printing

Imprimeries ou ateliers de reproduction graphique sur tout support tel que métal, papier, carton, matières plastiques, textiles, etc. utilisant une forme imprimante :

1. Offset utilisant des rotatives à séchage thermique [A - 2]
2. Héliogravure, flexographie et opérations connexes aux procédés d'impression quels qu'ils soient comme la fabrication de complexes par contrecollage ou le vernissage si la quantité totale de produits consommée pour revêtir le support est :
 - a) supérieure à 200 kg/j [A - 2]
 - b) supérieure à 50 kg/j, mais inférieure ou égale à 200 kg/j [D]
3. Autres procédés, y compris les techniques offset non visées en 1, si la quantité d'encre consommée est :
 - a) supérieure ou égale à 400 kg/j [A - 2]
 - b) supérieure à 100 kg/j, mais inférieure ou égale à 400 kg/j [D]

Nota : Pour les produits qui contiennent moins de 10 % de solvants organiques au moment de leur emploi, la quantité à retenir pour établir le classement sous les paragraphes 2 et 3 correspond à la quantité consommée dans l'installation, divisée par deux.

A : autorisation, D : déclaration, le chiffre correspond au rayon d'affichage en kilomètres.

LA RÉGLEMENTATION ENVIRONNEMENTALE FRANÇAISE

L'activité des industries graphiques peut être soumise ou non à la réglementation ICPE (Installations Classées pour la Protection de l'Environnement). Le régime des ICPE est issu de la loi du 19 juillet 1976 [10] et de son décret d'application du 21 septembre 1977 [11]. L'objectif de cette loi est de réglementer les installations ou activités susceptibles de porter atteinte à l'environnement ou à la santé des personnes.

Ces installations et activités sont inscrites dans une nomenclature et doivent obtenir une autorisation préfectorale, ou être déclarées avant leur mise en service, suivant la gravité des risques qu'elles peuvent représenter. La rubrique ICPE propre à l'activité imprimerie porte le numéro 2450 (décret du 20 mai 1953 modifié [12]) : imprimeries ou ateliers de reproduction graphique sur tout support tel que métal, papier, carton, matières plastiques, textiles... utilisant une forme imprimante.

Il est important de noter que, vu la taille des entreprises (70 % d'entre elles ont moins de 10 salariés), très peu d'imprimeries sont soumises à autorisation ou à déclaration pour cette rubrique.

La rubrique ICPE propre à l'imprimerie est présentée dans le *Tableau VIII*.

INSTALLATIONS SOUMISES À AUTORISATION

Pour les installations classées soumises à autorisation, les émissions atmosphériques sont réglementées par l'arrêté préfectoral d'autorisation sur la base de l'Arrêté du 2 février 1998 [2]. Ces textes fixent des valeurs limites d'émission, imposent des contrôles et des mesures de surveillance. L'arrêté du 2 février 1998 [2] a été modifié le 29 mai 2000, afin de transcrire la directive communautaire 99/13 du 11 mars 1999 [1] visant la réduction des émissions de COV dues à l'utilisation de solvants dans certaines activités industrielles. Les valeurs limites d'émission des COV ont été abaissées. La réglementation introduit par ailleurs la notion d'émissions diffuses et prescrit de fait trois valeurs distinctes à respecter :

- une valeur limite de concentration pour les émissions canalisées ;
- une valeur maximale pour les émissions diffuses exprimée en pourcentage de la quantité de solvant utilisée ;
- une limite pour les émissions totales (diffuses et canalisées).

De plus, des valeurs limites d'émission plus sévères ont été fixées pour certains composés organiques, notamment pour les substances affectées des phrases de risque R45, R46, R49, R60, R61 et halogénées étiquetées R40.

Cependant, l'exploitant peut ne pas appliquer ces valeurs (sauf substances citées ci-dessus) s'il s'engage dans un Schéma de Maîtrise des Emissions de

TABLEAU IX

Réglementation environnementale pour les imprimeries soumises à autorisation. Cas général

Environmental regulations for printing works subject to authorization – General case

Cas général	Valeur limite d'émission de COV non méthaniques (en mg C.Nm ⁻³)	Emissions diffuses (en % de la consommation de solvants)
Flux horaire total de COV > 2 kg.h ⁻¹	110	Selon Arrêté préfectoral

TABLEAU X

Réglementation environnementale pour les imprimeries soumises à autorisation. Activités spécifiques

Environmental regulations for printing works subject to authorization – Specific activities

Activités spécifiques	Consommation de solvants (tonnes/an)	Valeur limite d'émission de COV non méthaniques (en mg C.Nm ⁻³)	Emissions diffuses (en % de la consommation de solvants)
Impression sur rotative offset avec sécheur thermique	< 15	15	Pas de valeur
	> 15	15	< 30
Héliogravure d'édition	> 25	75	< 10 installations nouvelles (depuis le 01/01/01) < 15 installations existantes
Autres ateliers d'héliogravure, flexographie, impression sérigraphique en rotative, contrecollage ou vernissage, impression sérigraphique en rotative sur textiles/cartons	< 25	75	< 25
	> 25	75	< 20

TABLEAU XI

Réglementation environnementale pour les imprimeries soumises à déclaration. Cas général

Environmental regulations for printing works subject to declaration – General case

Cas général	Consommation de solvants (tonnes/an)	Valeur limite d'émission de COV non méthaniques (en mg C.Nm ⁻³)	Emissions diffuses (en % de la consommation de solvants)
Flux horaire total de COV > 2kg.h ⁻¹	< 5	110	Pas de valeur
	> 5	110	< 30

TABLEAU XII

Réglementation environnementale pour les imprimeries soumises à déclaration. Activités spécifiques

Environmental regulations for printing works subject to declaration – Specific activities

Activités spécifiques	Consommation de solvants (tonnes/an)	Valeur limite d'émission de COV non méthaniques (en mg C.Nm ⁻³)	Emissions diffuses (en % de la consommation de solvants)
Héliogravure d'édition	> 25	75	< 10 installations nouvelles (depuis le 01/01/01) < 15 installations existantes
Autres ateliers d'héliogravure, flexographie, impression sérigraphique en rotative (sauf textiles/cartons), contrecollage ou vernissage	15 à 25	100	Pas de valeur
	> 25	100	< 20
Impression sérigraphique en rotative sur textiles/cartons	Pas de seuil	100	< 20

COV (SME). Ce schéma consiste à mettre en œuvre, sur l'installation, une politique de réduction de la consommation de solvants, afin d'obtenir à terme des quantités de COV émises dans l'environnement équivalentes à celles qui seraient obtenues par application stricte des valeurs limites d'émission canalisées et diffuses.

Les exploitants consommant plus d'une tonne de solvant par an doivent établir un plan de gestion des solvants (entrées-sorties). Ce plan doit être transmis obligatoirement à l'inspection des ICPE si leur consommation dépasse les 30 tonnes par an. Dans ce cas, l'exploitant doit informer des mesures qu'il va prendre pour réduire sa consommation.

Cet arrêté est applicable :

- aux installations autorisées après le 1^{er} janvier 2001 : dès leur mise en service ;
- aux installations autorisées avant le 1^{er} janvier 2001 : au 30 octobre 2005 en règle générale.

L'imprimerie fait partie des activités soumises à des valeurs limites particulières d'émission de COV. Pour ce secteur, la réglementation distingue trois catégories :

- impression sur rotative offset avec sécheur thermique ;
- héliogravure d'édition ;
- autres ateliers d'héliogravure, flexographie, impression sérigraphique en rotative, contrecollage ou vernissage, impression sérigraphique en rotative sur textiles/cartons.

Les détails de la réglementation pour les activités d'impression, extraits de l'arrêté du 2 février 1998 [2], sont présentés dans les *Tableaux IX et X*.

INSTALLATIONS SOUMISES À DÉCLARATION

Le dernier arrêté concernant les installations classées soumises à déclaration sous la rubrique n° 2450 est l'arrêté du 16 juillet 2003 [13]. Pour l'essentiel, ce texte reprend les dispositions relatives aux installations soumises à autorisation (cf. *Tableau XI*).

Cependant, les activités spécifiques désignées sont légèrement différentes (cf. *Tableau XII*). Ainsi, l'impression sérigraphique en rotative sur textiles/cartons se distingue des autres procédés

sérigraphiques avec une législation pour les émissions diffuses qui s'applique sans seuil de consommation.

De la même façon que pour les installations soumises à autorisation, des valeurs limites d'émission plus sévères sont fixées pour quelques composés organiques, notamment pour les substances affectées des phrases de risque R45, R46, R49, R60, R61 et halogénées étiquetées R40 ou R68.

Dans ce texte, le recours à un Schéma de Maîtrise des Emissions de COV (SME) est également possible.

SYNERGIE HYGIÈNE/ENVIRONNEMENT

Avec la publication de l'arrêté sur les installations soumises à déclaration, c'est désormais l'ensemble des activités d'impression (rubrique n° 2450) qui sera concerné par la réglementation environnementale.

Les entreprises soumises à ces législations devront se mettre en conformité, en diminuant leurs émissions de COV.

Différentes actions peuvent être menées afin de réduire ces émissions :

- remplacement des produits solvants par des produits aqueux (encres à l'eau), utilisation de produits de nettoyage moins volatils ;
- réduction des consommations en changeant les pratiques de travail ;
- traitement des émissions canalisées : récupération ou destruction des COV captés.

Cependant, la dynamique de réduction des émissions de COV créée par l'évolution de la législation sur l'environnement ne doit pas s'accompagner d'un accroissement des facteurs de risque dans l'entreprise. Il est donc primordial d'associer les deux objectifs que sont l'amélioration de l'hygiène des postes de travail et le respect de l'environnement. Un exemple d'association constructive de ces valeurs est l'amélioration du captage des polluants. En effet, un captage au plus près des sources polluantes permet de diminuer les débits d'air extraits et d'augmenter les concentrations de vapeurs canalisées, ce qui diminue le coût du système de traitement, tout en privilégiant la protection des opérateurs.

Actuellement, plusieurs techniques existent en imprimerie pour traiter les émissions canalisées, leur développement restant essentiellement lié aux critères environnementaux.

LES TECHNIQUES DE RÉDUCTION DES ÉMISSIONS CANALISÉES EN IMPRIMERIE

Afin de traiter les effluents gazeux chargés en COV, les installations peuvent être équipées de systèmes de traitement. Un état des lieux des techniques mises en œuvre dans le secteur de l'imprimerie est présenté ci-après. Pour le moment, seules les entreprises soumises à autorisation et concernées par l'Arrêté du 29 mai 2000 s'équipent, pour les procédés suivants :

- impression sur rotative offset avec sécheur thermique ;
- héliogravure d'édition ;
- autres ateliers d'héliogravure, flexographie, impression sérigraphique en rotative, contrecollage ou vernissage, impression sérigraphique en rotative sur textiles/cartons.

IMPRESSION SUR ROTATIVE OFFSET AVEC SÉCHEUR THERMIQUE

Les impressions sur rotatives à bobines avec sécheurs passent dans un tunnel qui envoie de l'air chauffé à 200° C. Les émissions sont toujours traitées par incinération, car les COV durant le séchage subissent un craquage thermique qui ne permet pas d'envisager une quelconque récupération. Les deux techniques d'oxydation (thermique ou catalytique) conviennent. Les caractéristiques générales des installations utilisant des machines offset rotatives sont résumées *Tableau XIII*.

Depuis 1988, le taux de rotatives offset équipées de moyens de réduction augmente régulièrement. En 1994, sur 270 presses offset, 115 étaient reliées à un dispositif d'incinération soit 42,6 % des presses [14] ; et, sur 92 usines, 40 étaient équipées d'au moins un incinérateur. D'après la FICG, en 2003, 80 à 90 % des sites sont désormais équipés d'épurateurs.

HÉLIOGRAVURE D'ÉDITION

Pour cette activité, l'ensemble des installations est équipé de systèmes de récupération du toluène par adsorption sur charbon actif [15]. Le toluène est recyclé après traitement. Les sites industriels concernés sont au nombre de cinq en France et comprennent une vingtaine de presses héliogravure [16]. Selon les industriels interrogés par la FNIGC (Fédération Nationale de l'Industrie Graphique et de la Communication), le rendement de récupération des émissions est d'au moins 90 %. Cependant, le manque de données mesurées ne permet pas de savoir si les installations déjà équipées en matériel d'épuration sont conformes aux valeurs limites d'émissions.

AUTRES ATELIERS

Il n'existe pas de données économiques spécifiques aux installations d'impression utilisant les techniques héliogravure, flexographie ou sérigraphie rotative. Ces procédés sont utilisés dans de nombreux secteurs d'activité comme par exemple la fabrication d'emballages divers en carton, plastique, métal léger (aluminium), mais aussi dans la fabrication de revêtements de sols, de murs et l'enduction calandrage.

Les débits rencontrés, les concentrations de COV, la température des effluents gazeux sont très variables en fonction de la taille des machines (nombre de têtes d'impression, largeur d'impression, vitesse de déroulement des matériaux à imprimer, âge des machines...). Les débits d'air sont généralement élevés, les concentrations de COV faibles et les températures des effluents gazeux peu élevées. L'incinération thermique ou catalytique peut être utilisée pour réduire les émissions dans ces secteurs. L'adsorption peut également être envisagée dans les cas où un solvant prédomine. D'autres techniques peuvent convenir comme le traitement biologique (*cf. Tableau XIV*).

Le CITEPA, à partir des données dont il disposait en 1995 [17], estimait que 150 à 200 installations (dont environ 50 pour l'emballage souple et 40 dans l'enduction calandrage et la fabrication de revêtements de sols et murs) étaient soumises à autorisation

TABLEAU XIII

Caractéristiques des dispositifs de traitement d'air pour l'offset rotative
Characteristics of air treatment systems for rotary offset printing shops

Débit d'air à traiter (en Nm ³ .h ⁻¹)	5 000 à 10 000 (par presse)
Concentration de COV (en g.Nm ⁻³)	1 à 4,5
Température (en °C)	150 à 200
Technique de réduction	Oxydation thermique ou catalytique

TABLEAU XIV

Caractéristiques des dispositifs de traitement d'air pour les autres ateliers
(flexographie, héliogravure non édition...)
Characteristics of air treatment systems for other printing shops
(flexography, non-publishing heliogravure, etc.)

Débit d'air à traiter (en Nm ³ .h ⁻¹)	25 000 à 110 000
Concentration de COV (en g.Nm ⁻³)	0,25 à 4
Température (en °C)	ambiante
Technique de réduction	Oxydation thermique ou catalytique Adsorption Oxydation biologique

et devaient s'équiper de systèmes de traitement d'air. Il est probable que l'évolution de la législation et l'extension des mesures aux installations soumises à déclaration va accroître le nombre d'entreprises qui vont devoir s'équiper.

Au préalable, il faudra rechercher les solutions de réduction des débits d'air à traiter, car sur les installations existantes ceux-ci ne sont généralement pas optimisés [17].

CONCLUSION

En France, dans le secteur de l'imprimerie, les procédés prédominants sont au nombre de quatre : offset, héliogravure, flexographie et sérigraphie.

Ces différentes techniques nécessitent l'utilisation de solvants dont l'évaporation est source de COV. Ces émanations sont réglementées, aussi bien en hygiène industrielle qu'en environnement.

Pour les émissions de COV dans l'atmosphère, la réglementation environnementale concerne une partie de ces entreprises, ainsi que toute industrie

effectuant des opérations d'impression. Elle distingue pour cela trois groupes en fonction de la technique d'impression utilisée :

- rotative offset avec sécheur thermique ;
- héliogravure d'édition ;
- autres ateliers d'héliogravure, flexographie, sérigraphie...

Pour les deux premières catégories, des solutions de traitement des COV captés sont d'ores et déjà mises en œuvre, certaines installations restant encore à équiper en offset rotative.

Par contre, en flexographie, héliogravure et sérigraphie, le traitement des vapeurs de COV reste à mettre en place. En fonction des débits à traiter, de la nature des solvants et des concentrations rejetées, la récupération (adsorption, condensation...) ou la destruction des vapeurs (incinération, traitement biologique...) pourront être envisagées.

Dans ces différents secteurs, il est primordial d'associer une réflexion sur les conditions d'hygiène dans les entreprises à toute action de traitement des COV captés avant rejet vers l'environnement. Concilier hygiène et environnement consiste, par exemple, à améliorer le captage. Ainsi, en se plaçant au plus près des sources polluantes, on protège

l'opérateur, tout en optimisant le débit et la concentration d'air à traiter. Ceci peut diminuer le coût de traitement et permettre un plus grand choix de techniques de dépollution.

Dans l'optique d'une diminution des débits à épurer, le problème de l'offre de matériel va se poser, les fournisseurs proposant essentiellement des systèmes adaptés à de forts débits et basés principalement sur les techniques d'oxydation thermique et sur l'adsorption dans une moindre mesure. Des modules plus compacts pourraient alors être développés, permettant d'envisager la prise en compte des aspects liés à la fois à l'hygiène et à l'environnement dès la conception des machines. Des techniques sont en cours de développement : adsorption sur des tissus de charbon actif ou des monolithes, avec une désorption par effet Joule ou par induction électromagnétique, et récupération des polluants par condensation. D'autres techniques de traitement émergentes peuvent aussi être envisagées : cryocondensation, photocatalyse, séparation membranaire et utilisation des plasmas froids. Ces différents procédés sont étudiés dans des centres de recherche et des prototypes ont été développés pour certains. Un axe futur pour nos travaux sera de recenser les ressources existantes, de valider ces techniques et d'étudier les possibilités d'association de ces procédés avec des systèmes d'impression, notamment en flexographie, en héliogravure et en sérigraphie.

Reçu le : 09/09/2004

Accepté le : 14/02/2005

BIBLIOGRAPHIE

[1] Directive 1999/13/CE du Conseil du 11 mars 1999 relative à la réduction des émissions de composés organiques volatils dues à l'utilisation de solvants organiques dans certaines activités et installations - Journal Officiel n° Lo85 du 29-03-1999, pp.0001-002.

[2] Arrêté du 2 février 1998 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation - Journal Officiel du 3 mars 1998.

[3] Industries graphiques Bilan 2000 - Publication de la FICG (Fédération de l'Imprimerie et de la Communication Graphique).

[4] Source ADEME, Comité de pilotage programme AGRICE données Europe 1999.

[5] LAFONTAINE M., FRAMBOISIER X., MORELE Y. - Risques chimiques liés à l'impression offset. Cahiers de notes documentaires, INRS, 1996, ND 2033, 164-96.

[6] Valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimiques en France. Cahiers de notes documentaires, INRS, 2005, ND 2098.

[7] Extraction base de données COLCHIC - Rapport n° 27/2002.

[8] ABECASSIS P., ANDEOL B., AUBURTIN G., BEAUMONT N., BEDIOT G. et coll. - Évaluation et prévention des risques dans les petites imprimeries offset. Document pour le médecin du travail, INRS, 2003, TC 92.

[9] Guide Pratique de Ventilation n° 11 - Sérigraphie. INRS, ED 711.

[10] Loi n° 76-663 du 19 juillet 1976 relative aux Installations Classées pour la Protection de l'Environnement - Journal officiel du 20 juillet 1976.

[11] Décret n°77-1133 du 21 septembre 1977. Décret pris pour l'application de la loi n° 76-663 du 19 juillet 1976 relative aux installations classées pour la protection de l'environnement.

[12] Décret n° 53-578 du 20 mai 1953. Décret relatif à la nomenclature des établissements classés comme dangereux, insalubres ou incommodes.

[13] Arrêté du 16 juillet 2003 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 - Journal Officiel du 5 septembre 2003 et BOMEDD n° 2003-19.

[14] La rotative offset - édition 1993-1994 - Les guides Caractère.

[15] FLECK W., ARNOLD J., VERSPOOR P.W. - MBA. Printing and the environment. Guidance on Best Available Techniques (BAT) in Printing industries. INTERGRAF/EGF. Janvier 1999.

[16] BOUSCAREN R. - Étude de l'impact économique du projet de directive sur la limitation des émissions de solvants en France - Étude réalisée à la demande de l'union des industries chimiques, revue et complétée par le ministère de l'environnement - Juin 1995.

[17] CITEPA - IFARE : Impact économique de la directive COV / solvant en France. Juin 2000.