

MÉDITERRANÉE

Prévention de la pollution
dans le secteur de

l'Imprimerie

et des industries annexes

production
PROPRE

Centre d'Activités Régionales pour la Production Propre (CAR/PP)
Plan d'Action pour la Méditerranée



Centre d'Activités Régionales
pour la Production Propre



Ministère de l'Environnement
Espagne



Gouvernement de la Catalogne
Ministère de l'Environnement
et du Logement

Note : Cette publication peut être reproduite intégralement ou partiellement à des fins pédagogiques et non lucratives sans autorisation spéciale du Centre d'activités régionales pour la production propre (CAR/PP), à condition que sa source soit proprement mentionnée. Le CAR/PP souhaiterait recevoir un exemplaire de toute publication utilisant ce document comme source. Cette publication ne peut être vendue ni utilisée à quelque fin commerciale que ce soit sans autorisation préalable par écrit de la part du CAR/PP.

Les appellations employées dans ce document et la présentation des données qui y figurent n'impliquent aucune prise de position de la part du CAR/PP relative au statut juridique des États, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

Si vous trouvez quelque part de cette étude qui puisse être perfectionnée ou où il y ait des imprécisions, nous vous serions très reconnaissants si vous puissiez nous en informer.

Document finalisé en septembre 2003

Document publié en novembre 2003

Les demandes de copies supplémentaires ou d'informations peuvent être adressées au :

Centre d'activités régionales pour la production propre (CAR/PP)

C/París, 184, 3r
08036 Barcelone (Espagne)
Tél. : +34 93 415 11 12 - Fax : +34 93 237 02 86
e-mail : cleanpro@cema-sa.org
web : <http://www.cema-sa.org>

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION	6
2. DESCRIPTION GÉNÉRALE DU SECTEUR DE L'IMPRIMERIE ET DES INDUSTRIES ANNEXES DANS LA RÉGION MÉDITERRANÉENNE	8
2.1. Aspects socioéconomiques	9
2.2. Impact sur l'environnement	13
2.3. Tendances générales	14
3. MATIÈRES PREMIÈRES ET RESSOURCES UTILISÉES	19
4. PROCESSUS DE PRODUCTION	27
4.1. Pré-impression	27
4.1.1. Conception	28
4.1.2. Préparation des pellicules	28
4.1.2.1. <i>La photocomposition</i>	28
4.1.2.2. <i>La photomécanique</i>	29
4.1.3. Développement des pellicules	30
4.1.3.1. <i>Développement</i>	30
4.1.3.2. <i>Fixage</i>	31
4.1.3.3. <i>Rinçage</i>	31
4.1.3.4. <i>Séchage</i>	31
4.1.4. Traçage et pelliculage	31
4.1.4.1. <i>Le traçage</i>	32
4.1.4.2. <i>Le pelliculage</i>	32
4.1.5. Réalisation des épreuves ozalides	33
4.1.6. Développement de plaques ou formes imprimantes	33
4.1.6.1. <i>Plaques offset</i>	34
4.1.6.2. <i>Plaques flexographiques</i>	36
4.1.6.3. <i>Plaques typographiques</i>	37
4.1.6.4. <i>Écrans sérigraphiques</i>	38
4.1.6.5. <i>Rouleaux de rotogravure</i>	38

4.2. Impression	39
4.2.1. Impression offset	39
4.2.2. Impression typographique	42
4.2.3. Impression flexographique	43
4.2.4. Impression par rotogravure	44
4.2.5. Impression sérigraphique	47
4.2.6. Impression digitale	49
4.3. Post-impression ou finissage	51
4.3.1. Reliure	51
4.3.2. Découpage	52
4.3.3. Pliage	52
4.3.4. Assemblage	52
4.3.5. Couture	52
4.3.6. Fraisage	53
4.3.7. Encollage	53
4.3.8. Gaufrage	53
5. COURANTS RÉSIDUAIRES GÉNÉRÉS	54
5.1. Émissions atmosphériques	63
5.2. Eaux résiduaires	65
5.3. Résidus liquides	65
5.4. Déchets	68
5.5. Odeurs	70
5.6. Bruits	70
6. MINIMISATION ET ALTERNATIVES DE PRÉVENTION	
À LA SOURCE DE LA POLLUTION	71
6.1. Alternatives de réduction à la source	72
6.1.1. Nouvelle conception de certains produits	72
6.1.2. Nouvelle conception du processus	73
6.1.2.1. Remplacer les matières premières	73
6.1.2.2. Technologies ou méthodes plus respectueuses <i>envers l'environnement</i>	79
6.1.2.3. Bonnes pratiques environnementales	90
6.2. Alternatives de recyclage à la source	102

7. MÉTHODES POUR CONTRÔLER LA POLLUTION	106
7.1. Technologies de traitement d'effluents atmosphériques	106
7.1.1. Technologies de séparation	107
7.1.1.1. Adsorption avec des filtres de charbon actif	107
7.1.1.2. Condensation	108
7.1.1.3. Séparation par membranes	109
7.1.2. Technologies de destruction	109
7.1.2.1. Oxydation thermique	109
7.1.2.2. Oxydation catalytique	111
7.1.2.3. Système rotatif de concentration de COV	112
7.1.2.4. Absorption	113
7.1.2.5. Épuration biologique	114
7.2. Technologies de traitement de résidus	116
8. DOCUMENT DE SYNTHÈSE	117
9. QUELQUES EXEMPLES DES ALTERNATIVES PROPOSÉES	123
BIBLIOGRAPHIE	129

1. INTRODUCTION

La principale caractéristique du secteur de l'imprimerie dans le bassin méditerranéen est sa composition : un nombre élevé surtout de petites mais aussi de moyennes entreprises qui utilisent différents types de techniques d'impression sur des supports variés. Étant donné leurs particularités, ces micro-entreprises sont généralement distribuées sur tout le territoire, mais avec une prédominance sur le tissu urbain.

Le secteur exerce en général un impact important sur l'environnement qui, à son tour, permet d'améliorer l'efficacité des entreprises et d'introduire les alternatives de prévention de la pollution qui existent pour ce secteur. À cet effet, le Centre d'activités régionales pour la production propre (CAR/PP) du Plan d'action pour la Méditerranée a élaboré le manuel de *Prévention de la pollution dans le secteur de l'imprimerie et des industries annexes* en tant qu'instrument de soutien aux entreprises afin qu'elles atteignent une plus grande efficacité dans leurs activités en optimisant leurs processus de production et en adoptant les considérations environnementales dans la gestion des entreprises.

Ce manuel a été réalisé par le CAR/PP avec la collaboration d'un cabinet-conseil spécialisé et d'un expert de cette région, Monsieur Rachid Nafti, qui a élaboré le chapitre contenant la description générale de l'imprimerie dans la région méditerranéenne.

Le chapitre 2 du document présente la situation de l'imprimerie dans le bassin méditerranéen et offre une première approche des aspects socioéconomiques et environnementaux du secteur ainsi que les tendances générales. Tout au long du chapitre, on trouvera, à titre d'illustration, des exemples représentatifs de différents pays du bassin méditerranéen.

Le chapitre 3 traite des matières premières et des ressources utilisées dans l'industrie de l'imprimerie.

Le chapitre 4 décrit les processus de production du secteur selon la classification suivante : pré-impression, impression et post-impression ou finissage.

Le chapitre 5 énumère les courants résiduaux créés au cours des processus de l'industrie de l'imprimerie, que ce soit sous forme d'émissions dans l'atmosphère, d'eaux résiduaux, de résidus liquides ou solides, d'odeurs ou encore d'émissions acoustiques.

Le chapitre 6 du manuel décrit les moyens disponibles afin de prévenir la pollution à la source. On peut les classer selon qu'ils impliquent une réduction ou bien un recyclage à la source. La réduction à la source consiste à éliminer (ou à diminuer) les courants résiduaux avant que ceux-ci ne soient créés et cela par modification des processus de production, grâce à l'application de bonnes pratiques environnementales, en changeant de matériaux et de produits ou en utilisant des technologies plus respectueuses de l'environnement. Le recyclage à la source, de son côté, consiste à réutiliser le courant résiduaire - qui s'est inévitablement produit - dans le processus même ou dans les installations où il a été provoqué.

Le chapitre 7 offre une étude des différentes technologies de traitement disponibles pour la gestion correcte des courants résiduaux qui se créent et ne peuvent pas être minimisés.

Le chapitre 8 inclut un document de synthèse du manuel et, pour terminer, dans le chapitre 9, on trouvera quelques exemples réels des alternatives de prévention de la pollution proposés afin de démontrer leur viabilité technique et économique.

2. DESCRIPTION GÉNÉRALE DU SECTEUR DE L'IMPRIMERIE ET DES INDUSTRIES ANNEXES DANS LA RÉGION MÉDITERRANÉENNE

On pourrait dire que l'on imprime partout. Les produits qui incluent l'une ou l'autre forme d'impression sont extrêmement nombreux et indiquent la grande diversité de l'industrie de l'imprimerie. La diversité concerne à la fois les matériaux et les techniques d'impression. On imprime sur papier, sur carton, sur plastique, sur métal ainsi que sur d'autres matériaux en appliquant différentes techniques d'impression : l'offset, la typographie, la flexographie, la rotogravure, la sérigraphie et l'impression digitale.

Ce secteur a aussi ses propres caractéristiques, surtout en raison de la concentration de petites et moyennes entreprises ainsi que de la dispersion des installations d'imprimerie presque partout dans les tissus urbains. La situation particulière de ce secteur rend l'évaluation de son statut socio-économique et environnemental moins direct que dans d'autres secteurs industriels. Les données macroéconomiques liées au secteur de l'imprimerie dans la région méditerranéenne ne sont souvent pas indépendantes, elles se mêlent à celles d'autres secteurs tels que le papier ou les industries chimiques. Il faut chercher et compiler les données spécifiques au secteur de l'imprimerie dans différentes sources et surtout auprès des associations d'entreprises et des chambres de commerce et d'industrie. D'un point de vue strictement environnemental, les installations des imprimeries n'ont pas un impact significatif en raison de leur taille relativement petite, mais dans l'ensemble, le secteur de l'imprimerie peut exercer une pression significative sur l'environnement si l'on n'aborde pas correctement et sans plus tarder ce thème.

Bien que l'on n'ait entrepris qu'un nombre limité d'études sur ce secteur dans le bassin méditerranéen, l'impression y est cependant considérée comme un secteur stratégique. L'industrie de l'imprimerie dans les pays méditerranéens se caractérise par son importante position socioéconomique due à son volume total de biens et de services, à la création d'emploi et aussi au fait qu'elle représente la plus grande concentration de petites entreprises du secteur industriel. En outre, l'industrie de l'imprimerie est considérée comme une industrie de services fournissant des produits, sous forme d'emballages, à d'autres industries.

D'autre part, l'impression est un secteur industriel en évolution technologique permanente car il doit répondre aux besoins changeants des marchés, s'y adapter et améliorer les processus d'impression afin d'obtenir une meilleure qualité, plus de rapidité et un plus grand contrôle de ses impacts sur l'environnement. Impacts dus à la présence des produits chimiques utilisés et des résidus provoqués par les processus de production.

Étant donné que nous ne disposons pas de données globales vérifiables en ce moment dans les vingt pays¹ cible de cette étude, nous illustrerons ce secteur par des exemples et en comparant quelques pays méditerranéens. Les pays proposés comme exemple sont les suivants : la France, l'Italie, la Slovénie, l'Égypte et la Tunisie. Ce sont des pays qui appartiennent aux côtes septentrionale, occidentale et orientale de la Méditerranée et qui reflètent aussi différents niveaux de développement économique, par exemple, des pays développés du Nord, représentés par la France et l'Italie, une économie en transition à l'Est, représentée par la Slovénie, et les pays en voie de développement du Sud tels que l'Égypte et la Tunisie. La comparaison de ces différents pays nous permettra de déterminer les tendances générales du secteur de l'imprimerie dans l'ensemble de la région méditerranéenne.

2.1. ASPECTS SOCIOÉCONOMIQUES

2.1.1. Définition du secteur de l'imprimerie

Étant donné que nous n'avons pas pu appliquer de Classification industrielle standard (CIS) à tous les pays méditerranéens, la définition du secteur de l'imprimerie reste vague et varie d'un pays à l'autre. En général, l'industrie de l'imprimerie, dans un sens large du terme, est composée d'entreprises qui utilisent les processus d'imprimerie les plus fréquents, tels que l'offset, la typographie, la flexographie, la rotogravure, la sérigraphie et l'impression digitale, ainsi que d'éditeurs de journaux, de livres et de magazines. Une autre caractéristique de cette industrie dans la région méditerranéenne est que ce secteur n'est pas toujours considéré comme un secteur indépendant mais qu'il est souvent inclus dans d'autres filières telles que le papier ou l'industrie chimique. Ce manque de définition donne des statistiques peu fiables pour ce secteur mais permet d'illustrer les conditions socioéconomiques et environnementales de l'industrie de l'imprimerie dans la région méditerranéenne. Voici pourquoi nous comparons certains pays méditerranéens² qui peuvent servir d'exemple pour déterminer la nature diverse de cette industrie et son envergure.

2.1.2. Caractéristiques de l'industrie de l'imprimerie

En général, il s'avère difficile de compter avec précision le nombre d'installations d'imprimerie dans la région méditerranéenne puis que l'on ne dispose pas d'un recensement régional. En outre, on trouve certaines opérations d'impression sur place dans les installations de nombreuses usines (chez les fabricants de circuits imprimés et chez les fabricants qui

¹ L'Albanie, l'Algérie, la Bosnie et Herzégovine, la Croatie, Chypre, l'Égypte, la France, la Grèce, Israël, l'Italie, le Liban, la Libye, Malte, Monaco, le Maroc, la Slovénie, l'Espagne, la Syrie, la Tunisie et la Turquie.

² La France, l'Italie, la Tunisie, l'Égypte et la Slovénie.

impriment eux-mêmes leurs étiquettes). C'est pourquoi les statistiques liées à l'impression sont morcelées et doivent également être recensées dans d'autres secteurs lorsque cette filière n'est pas considérée comme un secteur à part entière.

Le flou quant au nombre d'installations d'imprimerie dans la région méditerranéenne n'empêche pas de classer ce secteur par catégories. En fait, l'une des principales caractéristiques de l'industrie de l'imprimerie est la forte proportion de très petites entreprises. Les installations de moins de 10 employés représentent une vaste majorité, en voici quelques pourcentages : 76,2 %³ en France, 87,6 %⁴ en Slovénie, 75 %⁵ en Égypte et 64 %⁶ en Tunisie. En Italie, les entreprises de moins de 20 travailleurs représentent 94,9 %⁷. Les entreprises de plus de 100 employés sont vraiment rares et ne représentent que 0,4 % en Italie, 23 % en France, 10 % en Égypte, 3 % en Tunisie et 2,1 % en Slovénie. Les entreprises de flexographie et de gravure sont souvent les plus grandes et comptent le plus d'employés.

INDICATEURS	FRANCE	ITALIE	SLOVÉNIE	ÉGYPTE	TUNISIE
Nombre d'entreprises	6 490	20 427	487	7 500	340
Emploi, total (nombre de travailleurs)	92 000	124 857	4 391	70 533	6 848
% d'entreprises de < 10 travailleurs	76,2	94,9 ⁸	87,6	75	64
% d'entreprises de > 100 travailleurs	23	0,4	2,1	10	3
Main-d'œuvre qualifiée	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Faible	Faible

Sources : France : FICG ; Italie : Assografici ; Slovénie : CCIS ; Égypte : Chambre des industries de l'impression, des produits reliés et du papier ; Tunisie : API.

Tableau 1 : Exemple d'installations d'imprimerie par nombre d'employés

³ Fédération de l'imprimerie et de la communication graphique (FICG).

⁴ Chambre de commerce et d'industrie de Slovénie (CCIS) - Association d'éditeurs et d'imprimeurs.

⁵ Chambre des industries de l'impression, des produits reliés et du papier, Égypte.

⁶ Agence de promotion de l'industrie (API), Tunisie.

⁷ Associazione Nazionale Italiana Industrie Grafiche Cartotecniche e Transformatrici (Assografici), Italie.

⁸ < 20 travailleurs.

Les exemples d'indicateurs de production de certains pays méditerranéens (tableau 2) indiquent que l'industrie de l'imprimerie représente une proportion notable des biens et services du pays en question. Le taux de croissance est constant et a atteint, en l'an 2000 par exemple, 34 % en Égypte et près de 7 % en Italie et en Tunisie. En outre, en Slovénie, 20,5 %⁹ des revenus totaux de l'industrie de l'imprimerie graphique sont attribuables à l'exportation directe.

INDICATEURS DE PRODUCTION	FRANCE	ITALIE	SLOVÉNIE	ÉGYPTE	TUNISIE
Production en l'an 2000 (en 10 ³ €)	8 086 000	11 516 000	160 000	530 000	137 500
Taux de croissance (2000/1999) (en %)	1,7	7	37	34 ¹⁰	7,1
Taux de croissance moyen annuel pendant une période de 5 ans (en %)	0,5	2,82	13	35	2,9
Valeur ajoutée en l'an 2000 (en 10 ³ €)	4 697 966	6 679 280	-	201 400	45 375
Taux de croissance moyenne de la valeur ajoutée annuelle (en %)	2	4,5	-	7	4
Taux de valeur ajoutée / Production (en %)	58,1	58	-	38	33

Sources : France : FICG ; Italie : Assografici ; Slovénie : CCIS ; Égypte : Chambre des industries de l'impression, des produits reliés et du papier ; Tunisie : API.

Tableau 2 : Exemple de comparaison de production dans les pays méditerranéens

Dans le secteur de l'imprimerie il existe un grand nombre de petites entreprises qui appliquent des méthodes d'impression traditionnelles tandis que le groupe d'entreprises plus grandes améliore continuellement son équipement et les processus de production. Comme on le voit dans les exemples, le niveau technologique et d'équipement varie selon les pays : la France et l'Italie ont tendance à utiliser un équipement plus moderne et des systèmes de gestion de la production tandis que des pays tels que la Tunisie ou l'Égypte utilisent un équipement

⁹ CCIS - Association d'éditeurs et d'imprimeurs, Slovénie.

¹⁰ Pour l'impression sur papier et carton.

plus ancien - qui a en moyenne plus de dix ans - et qui est moins bien entretenu. En général, l'équipement technique et technologique des entreprises d'impression varie considérablement d'un lieu à un autre. En Slovénie, les machines des petits établissements d'impression sont plutôt obsolètes tandis que les grandes entreprises disposent de technologies de pointe. La technologie la plus répandue dans la plupart des entreprises est l'offset, qui représente, par exemple, 90 % en Slovénie. L'introduction de l'impression digitale est progressive et dans quelques pays tels que l'Italie, 5 % des imprimeurs l'utilisent.

NIVEAU DE TECHNOLOGIE	FRANCE	ITALIE	SLOVÉNIE	ÉGYPTE	TUNISIE
% d'installations équipées de machines modernes	75	55	50	30	15
Ancienneté moyenne des machines (en ans)	7	8	10	10	15
Niveau d'entretien de l'équipement ¹¹	4	4	4	3	1

Sources : France : FICG ; Italie : Assografici ; Égypte : Chambre des industries de l'impression, des produits reliés et du papier ; Tunisie : API.

Tableau 3 : Exemple de comparaison de niveaux technologiques dans les pays méditerranéens

Le secteur de l'imprimerie se caractérise également par sa distribution géographique et sa localisation dans le tissu urbain et, étant donné que la plupart des entreprises réalisant des opérations d'impression sont de petite taille, elles peuvent être situées un peu n'importe où. Puisque les installations d'impression servent en général des marchés locaux, elles sont souvent situées dans les zones proches des noyaux de population et des centres d'affaires, ou des parcs industriels, bien que de petits ateliers sont parfois situés dans des zones résidentielles.

¹¹ 1 : faible ; 2 : moyenne ; 3 : au-dessus de la moyenne ; 4 : bonne ; 5 : très bonne.

2.1.3. Processus industriel dans l'industrie de l'imprimerie

L'industrie de l'imprimerie se caractérise par une forte diversité de technologies et de produits, ainsi que par les différents impacts environnementaux qui y sont liés.

En général, on pourrait classer les activités d'impression selon les processus suivants :

- offset,
- typographie,
- flexographie,
- rotogravure,
- sérigraphie
- impression digitale.

Bien que l'utilisation de l'équipement et les produits chimiques employés pour chacun de ces processus différent, ils impriment tous une image sur un substrat, en suivant la même séquence de base.

Les étapes de base de l'impression sont la pré-impression, l'impression et le finissage (post-impression). Le type de technologie d'impression dépend de toute une série de facteurs qui comprend le substrat utilisé (par exemple le papier, le plastique, le métal, la céramique, etc.), la longueur et la vitesse du tirage, la qualité requise de l'image imprimée et le résultat du produit fini.

Étant donné la diversité de technologies et de produits dans l'industrie de l'imprimerie, il s'avère difficile d'évaluer les conséquences environnementales auxquelles l'ensemble du secteur doit faire face. Cette diversité de processus provoquera différentes préoccupations environnementales décisives lorsque l'on abordera la prévention de la pollution et les programmes de contrôle.

2.2. IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

2.2.1. Les caractéristiques de la création de résidus

L'industrie de l'imprimerie crée différents types de résidus chimiques qui peuvent devenir un problème considérable à court terme. Les principaux types de résidus de l'industrie de l'imprimerie sont :

- Les **émissions atmosphériques**, il s'agit surtout de l'émission de composants organiques volatiles (COV) dus à l'utilisation de dissolvants de nettoyage et d'encre, ainsi que d'alcools et d'autres agents mouillants. Les plus grandes usines peuvent être la source d'émission de NO_x et de SO₂. Certaines substances peuvent causer des odeurs désagréables ou avoir un impact sur la santé et l'environnement.
- Les **eaux résiduaires** issues des processus d'impression peuvent contenir des huiles ou des lubrifiants, des encres usées, des dissolvants de nettoyage, des produits chimiques photographiques, des acides, des substances alcalines, des revêtements ainsi que des métaux tels que l'argent, le fer, le chrome, le cuivre ou le baryum.
- Les **résidus solides** sont des résidus dangereux d'un point de vue environnemental. Il s'agit de produits photographiques et chimiques résiduaires, de boues d'hydroxydes métalliques, de résidus de colorants et de dissolvants, de matériel d'essuyage contenant des colorants et des dissolvants, de déversements accidentels de lubrifiants, de matériel désuet, d'échantillons, d'impressions ratées ou en surnombre, de produits endommagés ou défectueux ainsi que de résidus encombrants tels que le papier.
- Le **bruit** est provoqué par les ventilateurs, les presses d'impression et les transports.

2.2.2. Les standards environnementaux applicables dans le secteur de l'imprimerie

Bien qu'aucune réglementation, spécifique ou sectorielle, relative à l'environnement ne puisse être appliquée au secteur de l'imprimerie en tant que tel, ce dernier est régi par le cadre légal de protection générale de l'environnement applicable pour contrôler et éviter la pollution industrielle dans tous les pays du bassin méditerranéen. Les standards d'émissions dans l'air, de déversements d'eaux résiduaires et de gestion des résidus solides, lorsqu'ils existent, sont applicables.

2.3. TENDANCES GÉNÉRALES

L'industrie de l'imprimerie est différente de toutes les autres industries. Il s'agit d'une industrie qui offre des services à d'autres entreprises, elle est surtout composée de PME et dispose en général d'installations relativement petites (< 10 travailleurs). Elle a aussi un rôle important en termes d'outputs économiques et d'emploi. En fait, les milliers d'entreprises qui forment ce secteur emploient des milliers de personnes et représentent une proportion significative du volume total national des biens et services.

Prises individuellement, les entreprises d'imprimerie ne représentent en général pas une préoccupation environnementale majeure. Mais lorsque l'on envisage l'ensemble du secteur, avec ses milliers d'entreprises, nous nous trouvons face à une situation tout à fait différente où l'impact accumulé de la pollution provoquée par cette industrie en fait un problème environnemental considérable qu'il faut aborder d'une manière efficace.

Les impacts environnementaux suscités par l'industrie de l'imprimerie ne disparaîtront pas par effet d'enchantement et sans que l'on ne s'y attelle. Ils deviendront de moins en moins gérables chaque année si l'on ne prend pas à court terme les bonnes mesures de prévention contre la pollution et des mesures de contrôle.

Les tableaux comparatifs suivants permettent de définir le profil et les tendances du secteur de l'imprimerie. En voici quelques caractéristiques :

- Les paramètres spécifiques de cette filière industrielle sont saisissants, comme on le voit dans les tableaux comparatifs sur l'emploi, ainsi qu'en ce qui concerne le marché créé et les revenus générés :
 - En France, seules 152 entreprises ont un chiffre d'affaires supérieur à 5 millions d'euros et 19 257 entreprises atteignent un chiffre d'affaires de moins de 5 millions d'euros.
 - En Italie, les statistiques liées à l'emploi dans ce secteur industriel montrent que sur 20 427 entreprises, 19 385 emploient moins de 20 personnes. Mais les entreprises qui emploient plus de 20 travailleurs représentent 41,2 % du total de la main-d'œuvre.
 - En Égypte, 10 % du total des entreprises emploie plus de 200 personnes, mais elles représentent 75 % du chiffre d'affaires total de ce secteur.
 - En Slovénie, les entreprises qui emploient plus de 100 personnes représentent 2,1 % du total des entreprises mais elles occupent 57,7 % du total de la main-d'œuvre.
- L'activité dominante de ce secteur est l'impression d'œuvres¹² et représente la plus vaste part de marché avec, par exemple, 89 % en France, 65,3 % en Italie, 78 % en Égypte, 76,2 % en Tunisie et 69 % en Slovénie¹³, suivie par d'autres activités liées à la préimpression, au finissage et à l'impression de journaux.
- Cette branche industrielle est dominée, de loin, par les petites et moyennes entreprises (PME). Les entreprises employant moins de dix travailleurs représentent 87,6 % en Slovénie, 76,2 % en France, 75 % en Égypte et 64 % en Tunisie. En Italie, 94,9 % des entreprises comptent moins de 20 travailleurs.

¹² Toutes les impressions, sauf les journaux, les magazines et l'impression sur carton.

¹³ Livres et brochures, journaux et matériel publicitaire.

- Les PME sont un atout majeur et supposent une vraie force économique et sociale. En France, par exemple, les entreprises occupant moins de dix personnes représentent 75 % du total de la main-d'œuvre, 75 % du chiffre d'affaire de cette industrie et 96 % de la production totale.
- En Slovénie, l'exportation directe représente 20,5 % des revenus du secteur de l'imprimerie.
- On prévoit que ce secteur devra faire face à des pressions et à la concurrence de milieux qui ne sont pas liés à l'impression, tels que les cédéroms et les autres moyens électroniques de transfert d'information.

Le secteur de l'imprimerie dans la région méditerranéenne présente des caractéristiques inhérentes au grand nombre de PME qui constituent l'épine dorsale de ce secteur. Les possibilités liées au développement continu dépendent encore de la capacité d'adaptation et d'innovation de ce secteur face aux nouveaux défis liés aux nouvelles demandes du marché ainsi qu'à la minimisation de son impact sur l'environnement par l'application de technologies propres et de prévention de la pollution.

L'industrie de l'imprimerie est en réalité trop grande pour être ignorée sur tous les fronts : économique, social et environnemental.

TABLEAU COMPARATIF DU SECTEUR DE L'IMPRIMERIE¹⁴

INDICATEURS	FRANCE	ITALIE	SLOVÉNIE	ÉGYPTE	TUNISIE
1. INDICATEURS DE PRODUCTION					
Production pour l'an 2000 (en 10 ³ €)	8 086 000	11 516 000	160 000	530 000	137 500
Taux de croissance (2000/1999) (en %)	1,7	7	37	34 ¹⁵	7,1
Croissance annuelle moyenne pour une période de 5 ans (en %)	0,5	2,82	13	35	2,9
Valeur ajoutée pour l'an 2000 (en 10 ³ €)	4 697 966	6 679 280	-	201 400	45 375
Croissance moyenne de la valeur ajoutée annuelle (en %)	2	4,5	-	7	4
Taux de valeur ajoutée / Production (en %)	58,1	58	-	38	33
2. INDICATEURS DE L'ENTREPRISE					
Nombre d'entreprises	6 490	20 427	487	7 500	340
Total d'employés (Nombre de travailleurs)	92 000	124 857	4 391	70 533	6 848
% d'entreprises de < 10 travailleurs	76,2	94,9 ¹⁶	87,6	75	64
% d'entreprises de > 100 travailleurs	23	0,4	2,1	10	3
Disponibilité de main-d'œuvre qualifiée	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Faible	Faible
3. TYPE D'ACTIVITÉ					
Impression d'œuvres ¹⁷	89	65,3	69 ¹⁸	78	76,2

¹⁴ France : FIGG ; Italie : Assografici ; Égypte : Chambre des industries de l'impression, des produits reliés et du papier ; Tunisie : API ; Slovénie : CCIS.

¹⁵ Pour l'impression sur papier et carton.

¹⁶ < 20 travailleurs.

¹⁷ Toutes les impressions, sauf les journaux, les magazines et l'impression sur carton.

¹⁸ Livres et brochures, journaux et matériel publicitaire.

INDICATEURS	FRANCE	ITALIE	SLOVÉNIE	ÉGYPTE	TUNISIE
4. GESTION DE LA PRODUCTION					
% d'entreprises équipées d'ordinateurs - aide à la gestion de la production	50	40	50	2	0
Automatisation de la production ¹⁹	4	3	3	2	1
Planning de production	4	4	4	4	3
% d'entreprises disposant d'un contrôle de qualité	55	50	50	3	3
Organisation de l'usine et layout	4	4	4	3	2
5. TECHNOLOGIE					
% d'installations équipées de machines modernes	75	55	50	30	15
Âge moyen des machines (en ans)	7	8	10	10	15
Niveau d'entretien de l'équipement ²⁰	4	4	4	3	1

¹⁹ 1 : faible ; 2 : moyenne ; 3 : au-dessus de la moyenne ; 4 : bonne ; 5 : très bonne.

²⁰ 1 : faible ; 2 : moyenne ; 3 : au-dessus de la moyenne ; 4 : bonne ; 5 : très bonne.

3. MATIÈRES PREMIÈRES ET RESSOURCES UTILISÉES

Dans ce chapitre sont énumérées les principales matières premières utilisées et les ressources nécessaires dans le secteur de l'imprimerie et des industries annexes. On expliquera par la suite le processus de production pour chacun des types d'impression de sorte qu'il sera plus facile d'identifier l'origine des courants résiduels générés et, donc, d'analyser la possibilité de prendre des mesures de prévention de la pollution.

On peut définir le terme *impression* comme la reproduction d'un texte et/ou d'illustrations un certain nombre de fois par le transfert d'encre (substances colorantes) sur un matériau (support) en se servant d'une forme imprimante.

Comme l'on peut déduire de la définition, les principales matières premières utilisées dans le secteur de l'imprimerie et des industries annexes sont les encres et les supports d'impression. Par ailleurs, on considère aussi comme des matières premières les pellicules photo, les produits chimiques du processus photographique, les plaques d'impression et d'autres qui seront décrites plus loin.

Ci-dessous on indique aussi les propriétés de ces matières premières afin d'en connaître les principales caractéristiques et pouvoir ainsi établir des critères pour l'environnement valables pour la prévention de la pollution dans le processus de production du secteur de l'imprimerie et des industries annexes.

Support : il s'agit de tout matériel utilisé où l'on transfère les images ou les graphismes (textes ou illustrations) à l'aide des formes imprimantes et d'encre. Certains de ces matériaux sont repris dans le tableau suivant :

SUPPORT	TYPES DE MATÉRIAUX LES PLUS UTILISÉS	PRODUITS RÉALISÉS	PROCESSUS HABITUELS
Papier et carton	Grande variété de papier	Journaux, livres, encyclopédies, brochures commerciales, magazines, enveloppes....	Offset, flexographie, typographie et systèmes d'impression digitale
Plastique	Polyester, polyéthylène, chlorure de polyvinyle (PVC) ou polypropylène, polystyrène et nitrocellulose	Cartes, étiquettes, emballages, sachets, bandes, adhésifs, jouets, accessoires...	Flexographie, rotogravure
Textile	Coton, acryliques, nylon, laine ou agglomérat	Tee-shirts, vêtements de sport, vêtements de montagne, parapluies, pancartes, drapeaux	Sérigraphie
Métal	Aluminium, acier, cuivre, bronze, fer	Boîtes de conserve, canettes, bouchons de boissons, plaques, piles, signalisations extérieures, plaques d'identification et ustensiles de cuisine	Sérigraphie
Verre et céramique	Verres et céramiques	Verres, plats, miroirs, emballages cosmétiques, bijoux et verre en général	Sérigraphie

Parmi les matériaux précédents, il faudrait souligner que le papier est le support par excellence car, principalement, la plupart des impressions sont faites sur ce matériau. Il existe une grande variété de types de papier ; on en comptabilise jusqu'à 457 variétés différentes. Les variétés dépendent d'une série de caractéristiques physiques qui font que le papier puisse s'adapter aux différents usages ; le grammage, la texture et l'humidité conditionnent le type d'impression. Le format du papier varie en fonction des besoins, il existe du papier en rouleaux et en feuilles et on peut se le procurer dans des tailles différentes.

Encres : Substances qui s'appliquent sur le support pour reproduire l'image de la plaque. Il existe différents types d'encres avec des caractéristiques différentes dont les propriétés font que chacune de ces encres soit plus appropriée à un support ou à un autre.

On peut classer les encres d'imprimerie en deux grands groupes suivant leur typologie :

- Les **encres grasses** que l'on fabrique à partir d'huiles et de vernis servent principalement à l'offset et à la typographie. Dans ce cas, l'encre appliquée sèche sur le substrat, principalement par pénétration ou par solidification (par précipitation, oxydation, polymérisation, solidification de l'état fondu, radiation).

- Les **encres liquides** qui sont fabriquées à partir de vernis et de dissolvants.
On peut aussi classer les encres liquides dans deux groupes en fonction du dissolvant :
 - Les *encres liquides à base dissolvant* qui servent en flexographie, rotogravure et sérigraphie. L'encre sèche sur le substrat, principalement par évaporation d'une composante volatile (dissolvant organique).
 - Les *encres liquides à base d'eau* servent principalement à l'impression sur papier et sur carton. L'encre sèche sur le substrat par absorption et donc plus lentement que les encres à base de solvants.

Il existe aussi d'autres types d'encre moins utilisées telles que les encres curables par radiation (UV et EB), qui ont des applications en offset, typographie et flexographie.

- **Encres UV** : ce sont des encres spéciales qui contiennent des monomères et des prépolymères qui polymérisent grâce à l'action d'une substance photosensible (un photoiniciateur) qui absorbe les radiations ultraviolettes pour déclencher une réaction de durcissement pratiquement instantanée. Les monomères de l'encre agissent comme des dissolvants des prépolymères et, contrairement à ce qui se produit avec les encres de séchage classique, les monomères ne s'évaporent pas.
- **Encres EB (rayon d'électrons)** : les encres EB sont semblables aux encres UV ; elles ne contiennent pas de solvants organiques et elles présentent les mêmes avantages. La radiation EB est un rayon d'électrons généré par un courant électrique qui circule par un conducteur. Il a l'inconvénient d'abîmer le papier et, en plus, les ouvriers doivent se protéger des rayons X générés.

La composition des différents types d'encres décrites est présentée dans le tableau suivant :

COMPOSANTES	ENCRES GRASSES	ENCRES LIQUIDES
Véhicule	Huiles minérales et/ou végétales et/ou résines naturelles ou synthétiques	Résines naturelles ou synthétiques
Dissolvant	Fractions de pétrole ou d'hydrocarbures aliphatiques ayant un point d'ébullition élevé	Dissolvants ayant un point d'ébullition faible
Pigments et colorants	Organiques ou inorganiques	Organiques ou inorganiques
Additifs	Divers	Divers

Comme on peut le voir, les encres sont formées du mélange d'une matière colorée dissoute ou dispersée dans un véhicule ou vernis ; la composition chimique de chacune de ces composantes est variable en fonction du type d'encre et elle est constituée de :

- Le **véhicule ou vernis** a différentes compositions suivant s'il est destiné à la fabrication d'encres liquides ou d'encres grasses. Dans le premier cas il est formé de résines synthétiques (phénoliques, vinyliques, nitro-cellulosiques, etc.) ou de résines naturelles (animales ou végétales, par exemple de la résine de pin) et de dissolvants organiques ou d'eau. Les vernis pour encres grasses contiennent aussi des résines et, en plus, des huiles végétales (soja, tournesol, etc.) ou minérales (venant du pétrole).
- Le **dissolvant** est différent et on le trouve avec des taux de concentration différents suivant le type d'encre. Les plus utilisés sont :
 - Pour la fabrication d'encres grasses, on se sert de fractions de pétrole ou d'hydrocarbures aliphatiques ayant un point d'ébullition élevé (220-275° C) avec une concentration inférieure à 10 %.
 - Les dissolvants des encres liquides qui sont utilisés sous forme concentrée pour la flexographie et la rotogravure peuvent arriver à 65 % et ils peuvent être des types suivants : alcools, naphtes aliphatiques, esters, cétones, éthers glycoliques ou des hydrocarbures aromatiques. On se sert de dissolvants très volatiles (point d'ébullition à partir de 50° C) dans les encres pour la flexographie et pour la rotogravure, et de dissolvants ayant un point d'ébullition d'environ 150° C pour les encres pour la sérigraphie.

En aucun cas on n'utilise habituellement des dissolvants organochlorés.

Pour les encres liquides à base d'eau on peut remplacer le dissolvant par de l'eau même si elles peuvent avoir un taux de dissolvant organique de 5 à 10 %.

- Ce sont les **pigments et les colorants** qui donnent la qualité de la couleur (blanc, noir, couleur) à l'encre ; on se sert principalement de pigments organiques (dans 50 % des cas) mais aussi de pigments inorganiques et de colorants.

Pour réduire la force de la couleur et pour changer la rhéologie on se sert de pigments extenseurs (baryte, carbonate calcique, etc.).

Les pigments inorganiques peuvent contenir des métaux lourds très toxiques (mercure, cadmium, plomb, chrome ; le chromate de plomb étant le plus nocif), même si leur utilisation est faible à cause de la législation en matière sanitaire et en matière de l'environnement ;

les types de métaux les plus courants sont le fer, le titane et le zinc. Le pigment des encres noires est le noir de carbone.

Les pigments normalement utilisés se présentent sous forme de poudre, mais ils peuvent aussi se présenter sous forme humide ou à l'état liquide.

- Les types **d'additifs** qui servent à l'élaboration des encres d'imprimerie sont les suivants :
 - *Séchants* : Ils catalysent l'oxydation des huiles séchantes de certaines encres grasses. Ils peuvent contenir des métaux lourds (cobalt, manganèse ou plomb).
 - *Cires* : Elles confèrent de la résistance aux frôlements et aux éraflures des encres. Certaines des plus utilisées sont : le polyéthylène, les hydrocarbures, les cires végétales et animales.
 - *Antioxydants* : Ils retardent l'oxydation prématurée de l'encre dans la presse. Quelques exemples d'antioxydants sont : la diphénylamine, la phényl-beta-naphtylamine.
 - *Autres* : Lubrifiants, dispersants, antimoussants, épaisseurs, humecteurs, retardants, réducteurs de la tension superficielle.

En définitive, la composition finale de l'encre doit être la plus adéquate quant à la formulation de résines et d'huiles et enrichie d'additifs et de dissolvants qui confèrent les propriétés souhaitées, en grande mesure en fonction du support où sera appliquée l'encre.

Les emballages où sont livrées les encres grasses vont de un jusqu'à 1,5 kg et les emballages des encres liquides vont de 18 à 1 000 kg.

Les autres matières premières servant à l'industrie de l'imprimerie et les industries annexes sont les suivantes :

Pellicules photographiques : c'est le support où se forment les images par la projection de lumière sur une couche photosensible. Les pellicules photographiques ont une base en plastique, normalement de l'acétate ou autre polymère, sur laquelle on étale une fine couche d'émulsion où sont incrustés des cristaux photosensibles d'halogénure d'argent (Bromure d'argent ou Iodure d'argent). Les pellicules sont livrées en paquets qui vont de 25 à 100 pièces ou plus.

Produits chimiques pour le processus photographique : ce sont les liquides utilisés pour développer les pellicules photographiques. On s'en sert dans plusieurs phases ; dans une première phase, la pellicule photo est introduite dans le liquide révélateur, composé principalement de substances réductrices où la pellicule se transforme en image visible dans les zones exposées à la lumière ; dans la deuxième phase, on introduit le liquide fixateur et on élimine les sels d'argent halogénés qui n'ont pas reçu de lumière lors de l'exposition et qui n'ont pas été développés. Finalement on se sert d'eau pour le nettoyage final et pour éviter ainsi que la pellicule ne s'endommage.

- *Le révélateur* : ce sont des solutions alcalines qui sont livrées dans des emballages de 10 à 60 litres. La composition des révélateurs est variable, mais elle est normalement formée d'un mélange de sels inorganiques, dilués dans de l'eau. La plupart des révélateurs ont une présence d'hydroquinone, substance nocive ayant des effets cancérogènes²¹.
- *Le fixateur* : ce sont des solutions acides ou légèrement acides qui sont livrées dans des emballages de 10 à 60 litres. La composition des fixateurs est variable, normalement ils sont formés d'un mélange d'acides organiques et inorganiques et de sels inorganiques dilués dans de l'eau.

Plaques d'impression : ce sont les formes imprimantes, les porteurs de l'image, des éléments préparés de telle sorte que le transfert au support des matières colorantes soit possible pour reproduire des textes et/ou des illustrations. Il existe des plaques de matériaux différents avec des éléments en relief, gravés ou au même niveau par rapport aux zones non imprimantes ; on obtient les plaques par différents procédés et elles servent dans différentes techniques d'impression.

Les matériaux des plaques des principaux types d'impression sont :

TYPE D'IMPRESSON	MATÉRIAUX
Plaques d'offset	Aluminium ou polyester avec émulsion superficielle photopolymérique
Plaques flexographie	Caoutchouc ou photopolymères
Plaques typographiques	Photopolymères, métal
Écrans sérigraphiques	Synthétique (polyester, nylon) ou métallique (acier inoxydable ou bronze phosphorique)
Rouleaux rotogravure	Fer ou acier recouvert de cuivre et/ou de nickel avec une couche protectrice de chrome

²¹ Selon l'*International Chemical Safety Cards*, substance présentant de possibles effets irréversibles (R40).

Produits chimiques pour développer les plaques : le procédé pour obtenir les diverses plaques est différent, et par conséquent les produits chimiques dont on se sert aussi.

Les principaux produits chimiques utilisés pour développer les plaques à surface sensible ou photosensible sont :

- *Les révélateurs* : ce sont des solutions qui sont livrées dans des récipients de 10 à 200 litres. Ces solutions sont formées d'un réducteur, normalement un alcool, une substance alcaline et un mélange de sels inorganiques dilués dans de l'eau.
- *Engommage* : solution acide formée principalement d'eau, et en plus petite quantité de dextrine, d'acides inorganiques et de dérivés du benzène.
- *Liquides correcteurs de plaques* : solutions acides formées de liquides inorganiques, d'acides inorganiques et de composants épaississeurs.
- *Les liquides de nettoyage des plaques* : des solutions acides avec présence d'huiles, d'hydrocarbures, de glycols, d'acides organiques et inorganiques et principalement d'eau.

Dans le cas précis des écrans de sérigraphie, il est possible aussi de se servir d'émulsions photosensibles, dégraissantes, de décapants, de fixateurs, de produits chimiques de nettoyage, de catalyseurs, de dissolvants, d'adhésifs...

Dans le cas spécifique de la gravure des rouleaux utilisés en rotogravure, les produits chimiques sont différents des précédents :

- *Nettoyage des rouleaux* : lavage chimique avec de la soude caustique ou de l'acide chlorhydrique.

Solution de mouillage : il s'agit d'une solution aqueuse utilisée pour humecter les plaques qui se servent d'encres grasses afin de les rendre repoussantes à l'encre dans les zones de non impression. En général, cette solution est principalement composée de :

- Eau qui normalement est soumise à un traitement de décalcification et/ou de désionisation avant son utilisation pour éviter qu'il ne se forme des bandes dans les cylindres lors des arrêts, ce qui entraînerait des problèmes pour l'application de l'encre.
- Alcool isopropylique présent avec une concentration d'environ 5 % à 15 % (il est ajouté pour augmenter le pouvoir humectant de l'eau ; cette adjonction facilite l'impression étant donné qu'elle réduit la tension superficielle de la solution de mouillage).

- Additifs ayant des propriétés tamponnantes (conserver le pH entre 4,8 et 5,5 implique d'augmenter l'hydrophilie des zones non encrées et d'éviter la formation d'incrustations) tels que les phosphates, les citrates ou les tartrates et enfin des sels hydrophiles, des anti-moussants, des fongicides et des algicides.

En général, la solution de mouillage est réfrigérée afin de réduire l'émulsification eau-encre, de diminuer la tension superficielle de la solution et en même temps, de prévenir au maximum l'évaporation de l'alcool.

Produits de nettoyage : le nettoyage des presses se fait à la fin de l'impression ou quand il y a un changement de couleur car les cylindres, la cuvette et les soupapes sont imprégnés d'encre qui ne sont plus utiles. Le nettoyage de ces pièces se fait à l'aide de chiffons et de morceaux de tissus imbibés de dissolvants organiques ou avec des détergents et de l'eau dans le cas d'encre à base d'eau. La fréquence des nettoyages dépend de plusieurs facteurs tels que la quantité d'encre sèche, la quantité de fibres et de fils de papier accumulés, les changements de production et la qualité et le type d'encre.

Les dissolvants les plus habituels pour le nettoyage sont l'acétate d'éthylène, l'alcool éthylique, le n-propanol, l'isopropanol, le toluène, le méthyl éthyl cétone (MEK), le méthyl isobutyl cétone, l'isopropoxyéthanol et le xylol.

Post-impression ou finissage : pour la reliure il faut se servir de colles, de couvertures, de fils, etc.

4. PROCESSUS DE PRODUCTION

En général, les étapes qui constituent le processus de production du secteur de l'imprimerie et des industries annexes sont les suivantes :

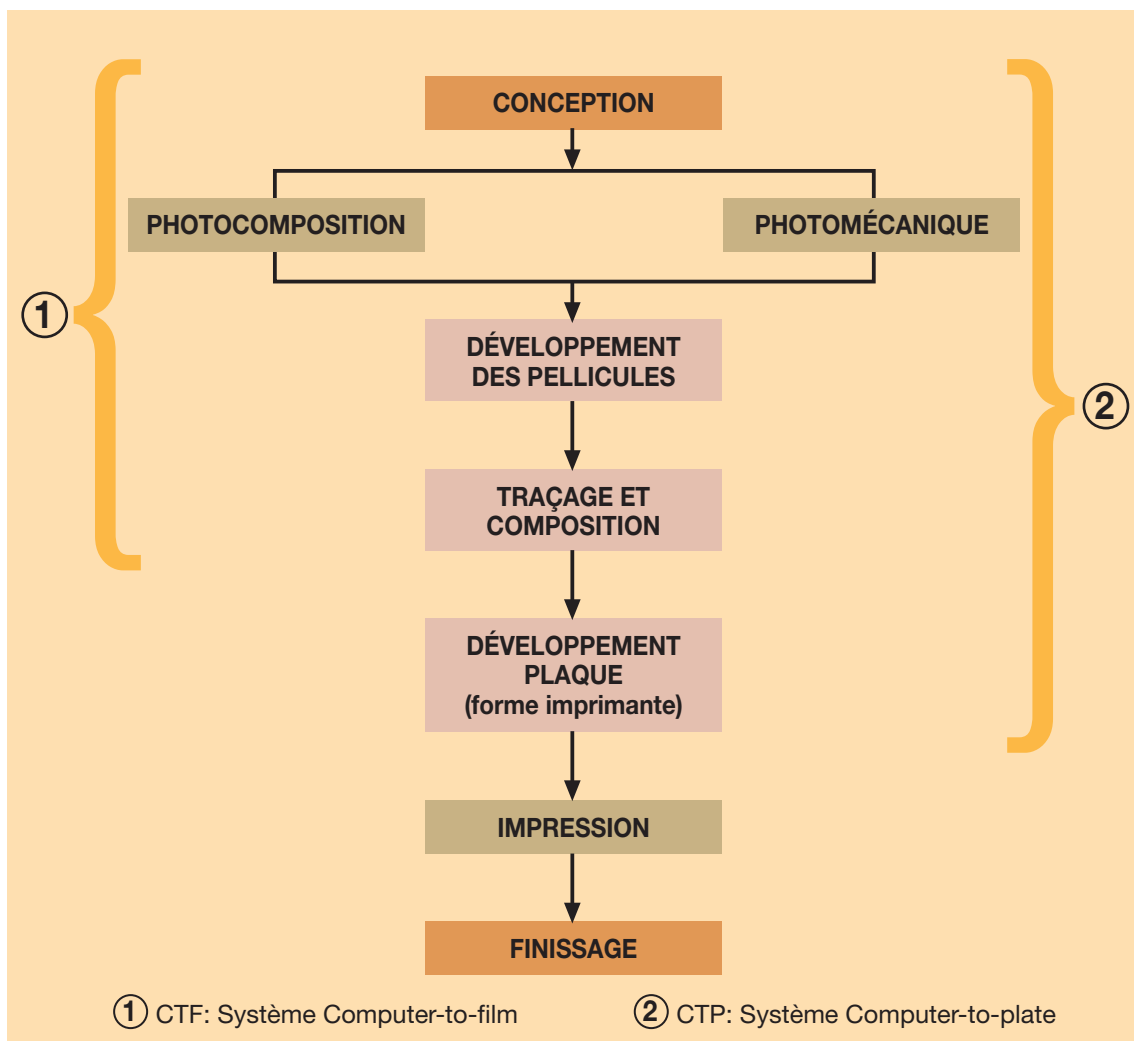


Figure 1 : étapes de l'impression

4.1. PRÉ-IMPRESSON

Elle consiste en une série d'opérations nécessaires pour arriver à la plaque d'impression ou forme imprimante, responsable du transfert de l'image au support. Il faut connaître chacune de ces tâches pour pouvoir analyser a posteriori les méthodes convenant le mieux à la

prévention de la pollution. Ces tâches sont développées en plusieurs phases qui sont indiquées ci-dessous :

4.1.1. Conception

Elle constitue la première phase de tout le processus de pré-impression. C'est une phase de création où le professionnel graphique essaie de mettre en place ses idées ou celles du client afin que le produit réponde correctement à la fonction pour laquelle il a été développé.

De cette phase dépend en grande mesure le succès du produit, la conception est donc essentielle pour tout produit visuel pour que le message que l'on veut transmettre soit gravé dans la rétine du public destinataire. Une fois que la conception est faite on peut reproduire l'image sur un support.

4.1.2. Préparation des pellicules

Cette deuxième phase comprend les opérations nécessaires pour obtenir les pellicules. Il s'agit de préparer le dessin réalisé par le professionnel graphique pour pouvoir l'imprimer puis le manipuler.

Il n'y a pas longtemps ces opérations étaient encore réalisées pour la plupart manuellement ou mécaniquement avec des travaux de photocomposition, de photomécanique, de développement de pellicules, de traçage et de pelliculage. À l'heure actuelle, l'application de l'informatique et de l'électronique a introduit bon nombre d'avantages et de nouvelles possibilités, ce qui a réduit le temps de travail et a amélioré les résultats.

À tel point qu'à l'heure actuelle la plupart de la pré-impression se fait par ordinateur, de sorte que l'image est scannée, elle est introduite à l'écran avec le texte, on fait le pelliculage et on l'envoie à l'imprimante pour voir les épreuves, ou bien elle est filmée pour en extraire des pellicules.

De toutes façons le traitement conventionnel d'obtention de pellicules est encore en vigueur aujourd'hui et il comprend les opérations suivantes :

4.1.2.1. La photocomposition consiste à ce que le texte souhaité paraisse sur l'imprimé. À l'heure actuelle ce travail se fait par ordinateur car il existe des logiciels de plus en plus sophistiqués et ayant de plus en plus de prestations. Ces logiciels permettent une grande versatilité au moment de faire des modifications, permettant de présenter des compositions du même texte rien qu'en faisant de petites corrections dans le type des caractères, le corps, la couleur, etc.

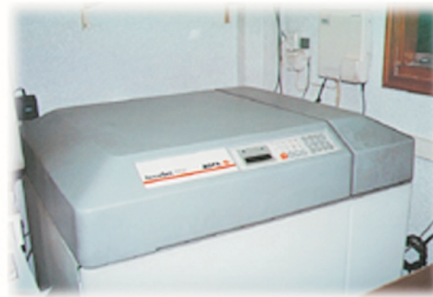


Pellicule

Une fois que l'on pense avoir obtenu le texte définitif on le fait filmer pour obtenir la pellicule.

4.1.2.2. La photomécanique consiste à manipuler l'image. L'atelier de photomécanique travaille les images de sorte que les photographies, les illustrations, les dessins ou les graphiques aient la taille souhaitée, avec le nombre de couleurs voulues et les tonalités et l'intensité précises.

De même que pour la photocomposition, l'image est filmée pour en obtenir une pellicule.



Filmeuse

Les épreuves sont permanentes tout au long du processus d'impression et la photocomposition et la photomécanique n'en sont pas une exception. Avant de développer la pellicule on peut la faire imprimer pour réaliser un contrôle de qualité et, le cas échéant, y apporter les corrections nécessaires.

Comme on l'a déjà dit, la pellicule est obtenue grâce à la filmeuse. Le système de filmage ressemble assez à celui de l'imprimante sauf que le support et le système sont différents :

1. Avec le software dont on se sert pour la photocomposition et la photomécanique on imprime le travail sur la filmeuse où l'on peut configurer les options de sortie : taille et caractéristiques souhaitées pour la résolution.

2. La filmeuse se compose de deux parties essentielles : la filmeuse proprement dite qui traite la pellicule au laser et le Rip, un ordinateur qui recueille l'information qui a été envoyée. Le Rip emmagasine toutes les archives qui ont été transmises puis les traite pour les filmer. La filmeuse recueille les données du Rip, qui se compose de bits d'information et elle les traite, en convertissant ces bits en lettres et en images.
3. La pellicule avance et le laser grave la pellicule en graphismes et contregraphismes.
4. Pour finir, la pellicule est stockée ou alors elle passe directement au traitement.

4.1.3. Développement des pellicules

Il est fait lorsque les pellicules ont déjà les textes et les images.

La machine à développer se charge de réaliser automatiquement l'ensemble des opérations englobées dans le développement des pellicules. Ainsi la pellicule passe par des cuves, où se fait successivement le développement, le fixage, le rinçage et enfin le séchage. Ces opérations doivent être réalisées sous certaines conditions et par conséquent il faut contrôler à tout moment les liquides de développement et leur pH. Travailler dans de mauvaises conditions peut donner des pellicules défectueuses soit par excès de développement, soit parce que celui-ci peut être imperceptible.

Il faut aussi vérifier l'état des rouleaux car s'ils sont déformés ou usés on peut avoir une photo graphie avec des parties développées et d'autres non.



Machine à développer automatique

Les opérations réalisées lors du développement sont décrites ci-dessous :

4.1.3.1. Développement : c'est la phase où la pellicule entre en contact avec le liquide révélateur et transforme en image visible les parties non exposées à la lumière. On obtient cette transformation par la réduction des cristaux d'halogénure d'argent exposés en argent métallique. Les cristaux non exposés restent inaltérables.

Pendant cette transformation le bain de révélation s'oxyde et perd de sa capacité réductrice, arrêtant ainsi progressivement d'exercer sa fonction de révélateur de la pellicule. D'autre part, les ions de bromure qui sont libérés de la pellicule rejoignent la solution freinant aussi l'action de l'agent réducteur. Il est donc nécessaire de régénérer le bain avec des doses bien précises de liquide frais, en fonction de la surface de pellicule développée.

Outre la régénération, il existe d'autres facteurs qui influencent le développement tels que la température, le temps et l'agitation. C'est à dire qu'en fonction du révélateur il existe une température optimale pendant un certain temps, où il faut conserver une concentration bien précise et réaliser un contact complet et uniforme du liquide avec la pellicule.

4.1.3.2. Fixage : dans cette deuxième phase du développement, la pellicule est introduite dans le bain de fixage où sont éliminés les sels d'argent qui n'ont pas reçu de lumière lors de l'exposition et qui n'ont pas été développés. Cette zone est la zone d'image des négatifs et la zone de non-image des pellicules positives. C'est dans ce bain que se dépose l'argent qui s'est détaché de la pellicule ainsi que de petites quantités de révélateur venant de la phase précédente.

Comme dans le cas du révélateur, pour réaliser un bon fixage il est important de travailler à la température optimale indiquée pour le liquide révélateur pendant un temps déterminé et conserver une certaine concentration. Il faut donc aussi une régénération adéquate en fonction de la surface de pellicule utilisée.

4.1.3.3. Rinçage : cette phase est essentielle pour assurer la conservation de la pellicule dans le temps. Lors du rinçage on élimine toutes les composantes solubles qui se sont formées lors du développement ainsi que les restes de fixateur qui sont sur la pellicule et qui, avec le temps, la noirciraient.

On peut ajouter un humectant à l'eau de rinçage afin de réduire la tension superficielle et de faire un lavage plus efficace. Comme pour les deux opérations précédentes, il existe des conditions optimales de température, de temps et de régénération de l'eau de rinçage.

4.1.3.4. Séchage : c'est la dernière phase du développement de la pellicule ; aucun agent chimique n'entre en jeu et cette opération se réalise avec de l'air chaud.

4.1.4. Traçage et pelliculage

C'est la phase où l'on assemble le matériel photographique du texte et le matériel photographique des illustrations pour obtenir un original à reproduire.

4.1.4.1. Le traçage est l'ensemble des opérations réalisées où l'on présente les textes et les illustrations qui ont été générés, et où l'on fait la répartition pour qu'ils aient la disposition souhaitée sur le format de la feuille qui va être imprimée. Cette opération se réalise toujours sur un papier millimétré transparent en marquant le traçage directement sur la feuille-même qui servira ensuite au pelliculage.

4.1.4.2. Le pelliculage est l'opération où l'on dispose et où l'on colle les pellicules des textes et des illustrations sur le traçage de la feuille de pelliculage. Cette opération est menée avec une précision mathématique et les pellicules sont collées avec du ruban adhésif (on se sert aussi de colles lorsque l'espace n'est pas suffisamment grand pour se servir de ruban adhésif). Cette opération se réalise sur une table bien éclairée et elle est revue minutieusement afin de vérifier que le résultat obtenu soit bien celui qui était souhaité.

En général on se sert d'une feuille de pelliculage pour chaque couleur ; il est conseillé de revoir la feuille avant de commencer le pelliculage pour vérifier qu'elle n'ait pas de défauts.



Opérations de traçage et de pelliculage

Système *Computer-to-Film* (CTF) :

Comme on peut l'apprécier sur la figure 1, le système CTF économise certaines des phases nécessaires dans le processus de production plus traditionnel. Grâce aux différents logiciels qui existent sur le marché, on peut réaliser les opérations de pelliculage sur l'écran de l'ordinateur et les passer directement à la filmeuse, produisant une pellicule qui peut passer directement au service de préparation des plaques d'impression.

Il existe des logiciels de mise en page qui permettent d'éditer des textes en insérant des images et des éléments graphiques, tout en contrôlant absolument chaque élément. Après avoir terminé la composition on peut faire les modifications nécessaires, de sorte que si l'on veut changer une partie du texte, ou la taille, ou le type de caractère, ou bien la disposition prévue, il faut simplement accéder au fichier où a été sauvegardé le document et faire les modifications voulues.

Il existe aussi des logiciels d'imposition qui permettent de travailler sur les différentes pages en faisant directement le pliage, dans l'ordre correspondant et dans la position et orientation voulues, de sorte à pouvoir l'envoyer directement à la filmeuse pour obtenir la pellicule, ce avec quoi l'on économise le traçage et le pelliculage manuel de chaque page séparément.

Une fois que l'on a la pellicule on procède à l'insolation et au développement des plaques. Cette économie dans le processus implique donc une économie de temps et d'argent.

Bien entendu, pour pouvoir travailler avec ce système (CTF) où l'on imprime directement les pellicules depuis l'ordinateur à la filmeuse, il faut un milieu de pré-impression adéquat avec un ordinateur ayant des logiciels de mise en page et d'imposition adéquats, une imprimante laser pour réaliser les épreuves nécessaires et la filmeuse graphique de sortie avec une taille minimum pour pouvoir travailler avec le format exigé par le client.

4.1.5. Réalisation des épreuves ozalides

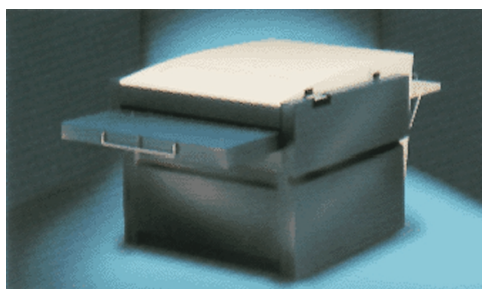
Même si elles sont très pratiques pour vérifier les images avant de les passer sur la plaque d'impression, l'utilisation des épreuves ozalides a diminué avec le temps et, au fur et à mesure que le processus de pré-impression se digitalise, elles sont remplacées par des épreuves digitales. Les épreuves ozalides sont des copies, des pelliculages et des photolithographies, en format papier, indispensables pour pouvoir vérifier les mesures et les textes qui apparaissent, par exemple, sur les emballages et qui bien souvent servent d'épreuve d'acceptation pour un ordre de fabrication d'un nouveau produit.

Dans le processus de préparation des épreuves ozalides, on impose l'image par l'intermédiaire d'une insolatrice spécifique sur un papier spécial de ferrocyanure qui est photosensible et qui peut changer de couleur en présence de vapeur d'ammoniaque. Le système dont on se sert est hermétique, de sorte que les vapeurs d'ammoniaque sont filtrées en retenant les impuretés de l'ammoniaque pur, et le dissolvant est réutilisé jusqu'à son épuisement ; par conséquent, sa consommation est réellement très faible.

4.1.6. Développement de plaques ou formes imprimante

C'est la dernière phase avant l'impression. Dans cette phase on prépare le support de l'image qui est constitué de plaques de divers matériaux et de différentes formes imprimantes.

C'est le principe pour transvaser l'encre au support qui différencie le type d'impression.



Processeur à plaque

4.1.6.1. Plaques offset : Les plaques offset jouent un rôle très important dans le processus d'impression car c'est l'élément porteur de l'image. La plaque transmet l'image à un blanchet en caoutchouc qui, à son tour, la transmet au support d'impression. (Donc, l'image est directe sur la plaque, elle devient indirecte sur le blanchet et finalement elle est imprimée comme directe sur le support).

Ces plaques ont un recouvrement photosensible ; les propriétés physiques de ce recouvrement varient en fonction de l'exposition à la lumière de sorte que lorsqu'elles sont exposées à celle-ci il se génère des zones d'impression et de non- impression ; cette différence est due à des propriétés physico-chimiques (lipophilie et hydrophilie) de la surface de la plaque d'impression.

Tandis que la plaque d'impression est lipophile et a une affinité avec des substances grasses telles que l'encre, la zone de non impression est hydrophile et a une affinité avec les substances aqueuses, ceci fait que l'image puisse être transmise. On obtient cette différenciation par l'insolation.

L'insolation est le procédé habituel qui consiste à utiliser la plaque photosensible soumise à une presse insolatrice et à faire passer l'image de la pellicule à la plaque. Cet appareil accélère le processus d'insolation car il irradie une lumière qui a une fréquence plus importante que la lumière solaire. Le processus est le suivant : On place la pellicule ou photolithographie (feuille de pelliculage qui contient l'image) sur la plaque, en veillant toujours à sa position correcte car la lumière doit arriver sur la plaque à travers la photolithographie. Lorsque la photolithographie est placée sur la plaque, l'ensemble est introduit dans l'insolatrice et avant de la refermer on sélectionne le temps d'insolation qui varie en fonction des caractéristiques de la presse et de la plaque. On referme l'insolatrice, on fait le vide pour qu'il y ait un meilleur contact et on expose la pellicule à une lumière ultraviolette qui laisse ainsi l'image sur la plaque.

Développement de la plaque : de même que les pellicules photosensibles porteuses de texte et d'image sont développées, les plaques offset sont aussi développées après avoir été exposées. C'est pourquoi elles sont introduites dans un processeur de plaques ou bien dans une cuve contenant du révélateur.

Dans le processeur, la plaque est d'abord soumise à une immersion dans une cuve contenant du liquide révélateur afin de dissoudre la couche sensible de non-image et pour faire que les zones d'image soient affines à l'encre. La plaque est ensuite retirée de la cuve du révélateur, elle est lavée à l'eau et soumise à un engommage. La fonction de cet engommage est de protéger la plaque. Après l'engommage et toujours dans le processeur, la plaque est soumise à un séchage à l'air chaud.

Quand la plaque est retirée du processeur, c'est le moment de faire une nouvelle vérification pour détecter de possibles erreurs et pouvoir les corriger. La correction se fait manuellement avec des crayons spéciaux et des fluides correcteurs qui attaquent chimiquement la couche sensible. Plus tôt l'on détecte les erreurs et mieux c'est, car tout traitement postérieur au développement agit comme un protecteur et ralentit les corrections.

Il existe un dernier traitement qui est le thermo-durcissement : il s'agit d'un procédé d'échauffement qui allonge la vie dans les presses des plaques positives et améliore la résistance physique des zones d'images. Si l'on réalise ce traitement puis on regomme on peut quadrupler le nombre d'impressions.

Système *Computer-to-Plate* (CTP) :

Parmi les progrès technologiques de l'industrie de l'imprimerie et les industries annexes il y a ce système qui est en grande mesure une suite technologique du système CTF, et qui va un peu plus loin.

Avec le CTP on obtient directement la plaque d'impression à partir de l'ordre émis par un ordinateur, c'est à dire que l'on économise toutes les étapes intermédiaires qui sont des processus de pré-impression conventionnels technologiquement moins avancés. Le CTP peut être appliqué pour les plaques offset, la flexographie et la rotogravure.

Il s'agit d'un système qui a révolutionné le secteur de l'imprimerie car il répond avec une consistance absolue au traitement des plaques. Pour pouvoir se servir de ce système il faut un milieu de pré-impression digitale complet.

La configuration de base d'un équipement CTP est constituée de plusieurs ordinateurs reliés à la configuration électronique d'imposition et de mise en page digitale, un scanner d'entrée d'information, une console de contrôle et un stockage temporaire de pages, un interprète

ou Rip (il convertit l'image reçue en une carte de bits qui constitue une image complète formée par des pixels dont les valeurs sont reconnues par le dispositif de sortie), un dispositif d'épreuves de positionnement, un dispositif de reproduction qui comprend un processeur de plaques et un réseau de connexion de tous ces éléments électroniques.

Ce système a toute une série d'avantages tels que ceux qui sont indiqués ci-dessous :

- Le cycle de production est plus court, il faut donc moins de temps pour faire un certain travail. L'économie de certaines opérations dans le processus implique normalement une économie de temps et d'argent, c'est à dire, une productivité plus élevée.
- La suppression ou la diminution de tous les agents chimiques et des matériaux utilisés dans les étapes intermédiaires.

Il ne faut pas oublier que tout le monde ne dispose pas du système CTP pour obtenir les plaques offset et que, d'autre part, ceux qui l'ont n'ont pas tout à fait abandonné le système conventionnel, soit parce qu'il y a encore des originaux qui sont sous forme de pellicule, soit parce que, comme il y a un seul processeur de plaques, le système conventionnel sert de réserve dans le cas où le processeur serait occupé ou en panne.

- On économise de la main d'oeuvre par le fait de supprimer des opérations telles que le traçage et le pelliculage manuel, l'imposition de pages individuelles et la mise en place dans les presses.
- La suppression d'erreurs dans des étapes intermédiaires suppose une économie de matériel, de temps et par conséquent d'argent.
- La technologie CTP permet d'appliquer une trame stochastique : la reproduction avec des points très fins et sans structure géométrique élimine toute une série de problèmes tels que le manque de détails ou l'interférence avec des structures géométriques de l'image.
- Ce système constitue une amélioration importante dans la qualité de l'impression car les points obtenus sur la plaque sont très précis et nets, ce qui permet une réponse bien plus fiable et constante au moment de l'impression.

Ceci dit, il faut aussi citer certains inconvénients du système CTP.

- Afin de commencer à remplacer le système conventionnel d'obtention des plaques offset par le système CTP et de disposer de tout le flux digital, il faut envisager la possibilité de digitaliser les pellicules existantes ou les nouvelles que les clients porteront sous forme analogique.

4.1.6.2. Plaques flexographiques : Les plaques flexographiques sont des plaques d'impression flexibles en photopolymère ou en caoutchouc. Les premières plaques flexographiques étaient en caoutchouc, une matière encore utilisée pour certaines applications ; mais les grands avantages que présente l'utilisation des plaques en photopolymère font que celles-ci soient plus employées.

Comme elle est flexible, quand la plaque est placée sur le cylindre, elle subit un allongement sur sa partie extérieure et un rétrécissement sur sa partie intérieure ; il ne faut pas oublier cette distorsion au moment de préparer la pellicule.

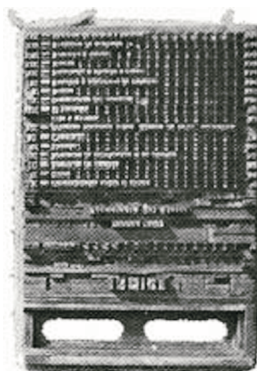
Les formes de l'image sont en relief, ce qui fait que l'on différencie les zones d'impression et de non-impression par une différence de niveau.

Développement de la plaque : les photopolymères sont des matériaux plastiques sensibles aux rayons UV. Les plaques flexographiques en polymère sont élaborées par un procédé photodirect.

On place un négatif sur une feuille de photopolymère et on l'expose aux rayons UV. La pellicule négative agit comme un masque qui permet que les rayons UV ne pénètrent que dans les zones d'image. Dans les parties exposées à la lumière UV, le photopolymère se polymérise, c'est à dire qu'il durcit ou devient insoluble, tandis que le photopolymère protégé de la lumière UV n'est pas touché. Après l'exposition, on développe la plaque avec un dissolvant spécifique afin de retirer le matériau non exposé. Le matériau polymérisé reste comme une image en relief qui forme la surface d'impression de la plaque. On passe ensuite au rinçage à l'aide d'une solution nettoyante, normalement de l'eau, pour éliminer tout déchet de photopolymère ou de liquide pollué et pour finir ce processus, on sèche la plaque pour éliminer la solution de nettoyage.

4.1.6.3. Plaques typographiques : Ces plaques ont les formes de l'image en relief, ce qui fait que l'on peut différencier les zones d'impression par rapport aux zones de non-impression à cause de cette différence de niveau.

Les plaques typographiques sont en métal ou en photopolymère. Les plaques de photopolymère sont semblables aux plaques flexographiques mais plus dures. À grands traits, le développement est pratiquement le même que pour les plaques flexographiques.



Moule typographique métallique

4.1.6.4. Écrans sérigraphiques : Avant, ces écrans étaient faits de tissu tendu dans un cadre en bois ; à l'heure actuelle ce sont des écrans tissés avec des fils métalliques très fins ou avec des fibres synthétiques retenues par un cadre en bois ou en métal.

La forme d'impression est constituée d'un écran à travers lequel l'encre est directement transférée au support. L'écran est «perméographique» car dans les zones d'impression il est perméable aux encres et dans les zones de non-impression il est imperméable.

Développement de l'écran : Il existe plusieurs méthodes pour graver les écrans, la plus habituelle étant le système qui se sert directement d'émulsions photosensibles. Ce type de gravure des écrans se fait en étalant la couche d'émulsion sur l'écran, puis on la sèche et on l'insole en contact avec la pellicule.

Lorsqu'elles sont exposées à la lumière, toutes les zones destinées à l'impression doivent être bloquées sur la photolithographie et doivent être opaques à la lumière, tandis que toutes les zones qui ne vont pas être imprimées doivent être transparentes, c'est à dire qu'elles doivent laisser passer la lumière. Ainsi les zones bloquées de la photolithographie correspondent donc à l'image qui plus tard sera imprimée. Pour le développement à l'eau, les zones non exposées sont dissoutes et éliminées de l'écran. Les parties insolées, par contre, durcissent sous l'effet de la lumière et sont fixées sur le tissu. Finalement les écrans sèchent.

4.1.6.5. Rouleaux de rotogravure : Les plaques pour l'impression de rotogravure sont des cylindres métalliques recouverts d'une fine pellicule de cuivre et de nickel. La forme d'impression sur ces plaques est une gravure qui forme des cavités, c'est à dire que la surface extérieure ne retient pas l'encre et par conséquent elle est destinée à ne pas être imprimée ; par contre, la surface devant être imprimée est constituée par la gravure plus ou moins profonde, faite sur ces surfaces cylindriques. Ainsi la différence de niveau des zones d'impression et des zones de non-impression est la principale caractéristique de ce type d'impression.

Développement de la plaque : on nettoie d'abord le cylindre pour qu'il soit parfaitement propre. Ce nettoyage peut être mécanique à l'aide d'une meuleuse spéciale, ou bien chimique en introduisant le cylindre dans un récipient contenant de la soude caustique ou de l'acide chlorhydrique.

Dans un deuxième temps, on introduit le cylindre dans les bains de préparation, où on dépose des couches de cuivre (cuivrage) et de nickel (nickelage) sur le cylindre de fer ou d'acier.

On rectifie ensuite le cuivre par un système de fraisage et de polissage et enfin on fait la gravure. Il existe plusieurs techniques pour réaliser la gravure : à l'eau-forte on dessine directement sur le métal et dans une autre on perce l'image à partir d'un dessin original.

La technique de l'eau-forte consiste à recouvrir la plaque métallique d'une substance résistante à l'acide et de l'éliminer ensuite des parties que nous voulons imprimer. On la plonge ensuite dans un bain de liquide corrosif jusqu'à ce que le dessin apparaisse suffisamment gravé.

De nos jours, il existe des techniques plus modernes pour graver le rouleau ; il s'agit d'un travail tout à fait informatisé où, à partir du dessin, on grave le cylindre d'impression avec un diamant (CTP).

Finalement, pour augmenter la résistance à l'usure de la gravure, on procède au chromage du cylindre.

4.2. IMPRESSION

Après avoir obtenu la forme imprimante on est en mesure de la transmettre au support graphique souhaité ; c'est à ce moment que commence l'étape de l'impression.

Les principaux types d'impression sont développés ci-dessous.

4.2.1. Impression offset

L'impression offset se caractérise par le fait que l'image est transmise depuis la plaque d'impression jusqu'au papier par un élément en caoutchouc appelé blanchet, c'est à dire que l'impression se fait d'une manière indirecte.

La forme d'impression est plate il n'y a donc pas de différences de niveaux appréciables ce qui fait que les zones d'impression et de non-impression soient déterminées par les propriétés physicochimiques de la plaque d'impression. On peut décerner une plage d'impression par sa nature lipophile et donc par son affinité avec les substances grasses telles que l'encre, et la plage de non-impression, de nature hydrophile par son affinité aux substances aqueuses.

C'est pourquoi il faut mouiller les plaques offset avec une solution mouillante spécifiquement conçue pour renforcer l'attrait de la solution de mouillage et, bien entendu, la répulsion à l'encre. Un point important et caractéristique du système de mouillage est l'équilibre eau/encre qu'il faut définir pour chaque plaque et chaque type d'encre pour obtenir un produit final de

bonne qualité. Un excès de solution de mouillage peut donc produire un mélange solution/encre qui entraînera une émulsification. Par contre, si la quantité d'eau fournie est pauvre, on peut alors avoir une hydrophilie déficiente de la plaque non imprimante qui donnera des zones grasses.

Une solution de mouillage appropriée évite des problèmes tels que l'oxydation et la formation de bandes sur les rouleaux lors des attentes ; elle permet aussi de contrôler les effets mécaniques de la machine à imprimer, les types et les niveaux d'interférences dus à la poussière de papier et aux particules d'encre émulsifiées.

La solution de mouillage n'est pas simplement de l'eau. En plus de contrôler les effets que nous venons de citer, la solution de mouillage, doit maintenir une fine pellicule d'eau à la surface de la plaque ; ceci implique qu'il lui faut :

- un minimum de solution humectante, normalement avec de l'alcool isopropylique, qui augmente la viscosité de la solution de mouillage
- une solution tampon pour conserver le pH, entre des valeurs prédéterminées, par exemple de 4,8 à 5,5
- un antioxydant pour éviter qu'il ne se produise des oxydations lors des attentes de la presse
- un agent pour empêcher la formation d'algues et de champignons
- un effet anti-émulsification pour chaque type d'encre.

En général, la solution de mouillage est réfrigérée afin de réduire l'émulsification eau/encre, ce qui diminue la tension superficielle de l'eau et, en même temps, évite au maximum l'évaporation de l'alcool.

En définitive, une solution de mouillage adéquate détermine la qualité de l'impression, le choix de celle s'adaptant le mieux aux tâches à réaliser est donc délicat.

Lors du processus d'impression, l'encre passe de l'encreur au papier par une batterie d'encrage dont la principale mission est de transférer à la plaque d'une manière continue et uniforme la quantité d'encre nécessaire à l'impression. Dans l'ensemble de cette batterie d'encrage on trouve l'encreur qui est le récipient qui renferme l'encre, et la batterie de rouleaux qui feront arriver l'encre à la plaque.

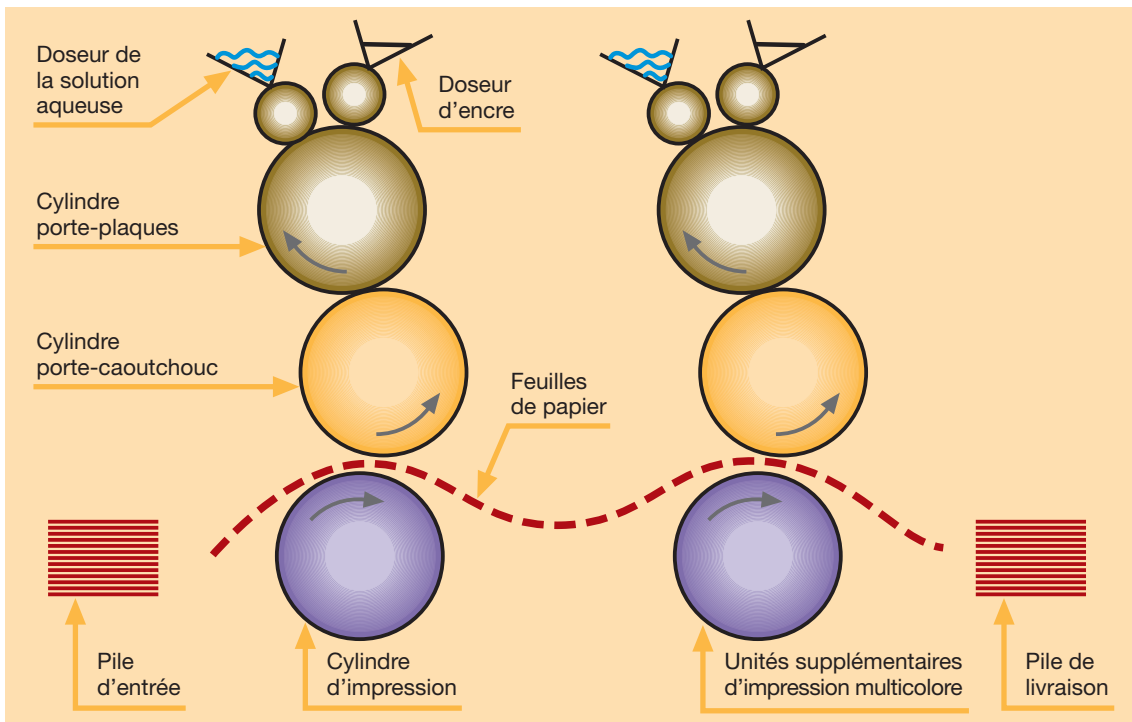


Schéma d'un système offset

Le procédé d'impression offset se centre donc sur la plaque d'impression où arrivent la solution de mouillage et l'encre, de sorte que l'encre est retenue dans les parties lipophiliques de la plaque et repoussée dans les parties hydrophiliques et cette répulsion est renforcée par la solution de mouillage.

Lorsque la plaque a pris l'encre, elle la transmet au blanchet en caoutchouc et ce cylindre imprime l'image sur le papier ou le support qui circule sur le cylindre d'impression.

Une fois que le support est imprimé c'est l'étape du séchage qui commence ; ce séchage peut s'effectuer en fonction du type de machine, du type d'encre et de support, à l'air froid ou chaud ou par radiation infrarouge ou ultraviolette.



Offset en feuilles



Offset en bobine

Il existe différents types d'impression offset : *Cold-set-web-offset* (alimentation par bobine avec système à froid), *heat-set-web-offset* (alimentation par bobine avec séchage par application de chaleur) et *sheet-fed-offset* (alimentation par feuilles). On se sert normalement des deux premiers pour l'édition de magazines, de journaux et autres produits à grande vitesse de production. On se sert du *sheet-fed-offset* pour imprimer de nombreux produits tels que les livres, les affiches, les brochures de tous types et autres où la qualité est plus importante que la vitesse.

4.2.2. Impression typographique

Il en existe de nombreux types car il s'agit du premier procédé d'impression qui a été consolidé vers la moitié du XV^e siècle, immédiatement après l'invention de l'imprimerie à caractères mobiles par Gutenberg²².

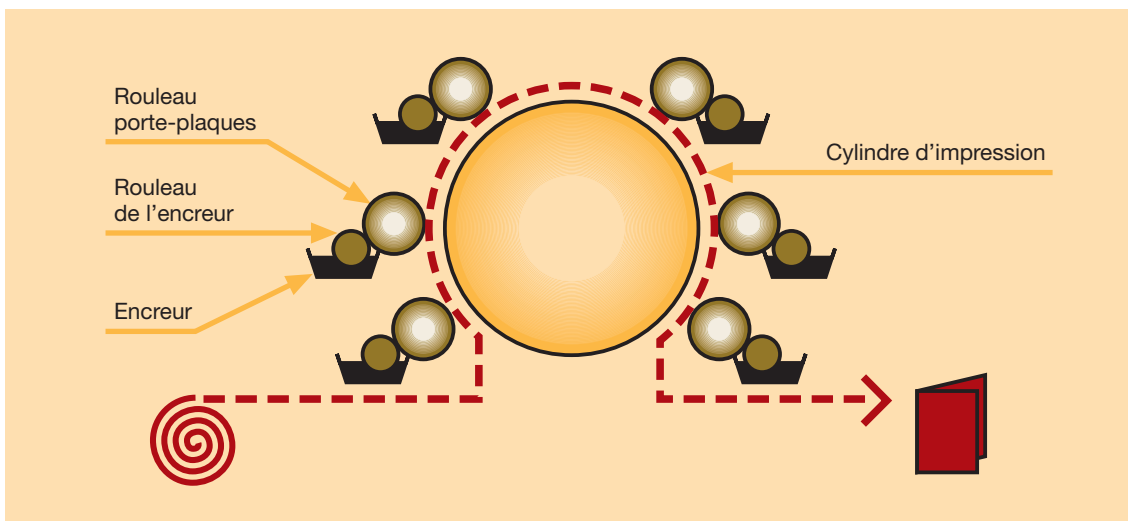


Schéma d'un système typographique à bobine

L'impression par typographie est un procédé d'impression directe qui se sert de formes en relief (plaques) réalisées avec des photopolymères pour procéder à l'impression, et une encre épaisse, semblable à celle dont on se sert pour l'impression offset.

Le transfert de l'image se fait par impact de la forme imprégnée d'encre sur le support d'impression.

²² *Artes Gráficas* de E. Martín, Ediciones Don Bosco, Barcelona, 1975.

Il s'agit d'une méthode qui a marqué le progrès et le développement de l'impression et, par conséquent, le développement des imprimeries et des industries annexes, mais qui de nos jours est en décadence car la productivité avec ce procédé est assez faible comparée à d'autres types d'impression.

La plus répandue est la typographie directe dont on se sert de préférence à l'heure actuelle pour l'impression de petits tirages, surtout pour la bureautique. Autrefois on faisait, avec cette technique, des journaux, des livres, etc.

4.2.3. Impression flexographique

On connaît sous le nom d'impression par flexographie la méthode d'impression en relief rotatif qui se sert de plaques ou de clichés en matériaux élastiques et d'une grande résilience, et d'encres fluides qui sèchent rapidement par évaporation par air chaud, ou comme pour le système offset, par radiation infrarouge ou ultraviolette.

En général, l'encre est transmise par le rouleau encreur au rouleau débiteur placé sur le cylindre porte-plaques, qui encre la surface du négatif ou plaque flexographique. L'encre est transférée par contact avec le support à imprimer qui, à son tour, est pressé par le rouleau d'impression tel qu'on peut le voir sur la figure ci-jointe. Système de transfert d'encre en flexographie.

Dans sa forme la plus simple et commune, le système d'impression par flexographie dépend de quatre parties essentielles :

- *Rouleau de l'encreur* : le rouleau de l'encreur est généralement recouvert de caoutchouc. Il recueille l'encre déposée dans l'encreur et la transmet au rouleau débiteur.
- *Rouleau débiteur ou rouleau anilox* : c'est le rouleau doseur d'encre, en métal ou en métal recouvert de céramique, gravé sur toute sa surface avec des cellules extrêmement petites. Son but est de fournir de façon contrôlée et dosée une fine pellicule d'encre aux plaques d'impression fixées au rouleau porte-plaques.
- *Rouleau porte-plaques* : il porte la plaque avec l'image et il est placé entre le rouleau anilox et le rouleau imprimant. L'anilox transfère la pellicule dosée d'encre à la surface saillante ou qui ressort de la plaque, qui à son tour transfère l'encre à la surface du support.
- *Rouleau d'impression* : il sert de soutien au support.

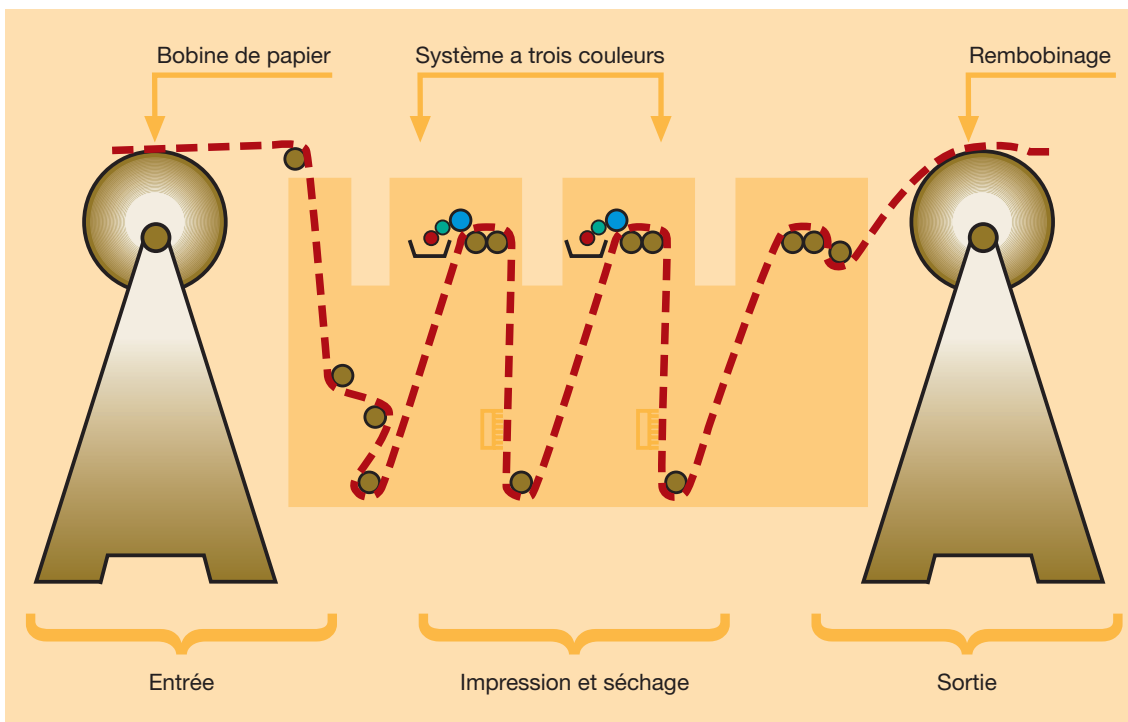


Schéma d'un système flexographique en bobine

Il s'agit d'une forme de typographie qui se sert d'une plaque d'impression flexible en photopolymère ou en caoutchouc dans une presse rotative. On s'en sert surtout pour imprimer des emballages en plastique, du papier ondulé, du carton, des sachets en papier, des étiquettes, du papier d'emballage pour produits alimentaires et usages industriels, des rideaux de salle de bain...

En général, la qualité des travaux est bonne mais non excellente, à cause de la tendance de l'encre fluide à se répandre sur le support et à cause aussi des formes utilisées qui ne permettent pas de détails très fins.

4.2.4. Impression par rotogravure

La forme imprimante est gravée sur le cylindre. Ainsi la surface destinée à l'impression est la partie intérieure constituée par la gravure tandis que la surface extérieure est destinée à la non-impression et par conséquent elle ne retient pas l'encre.

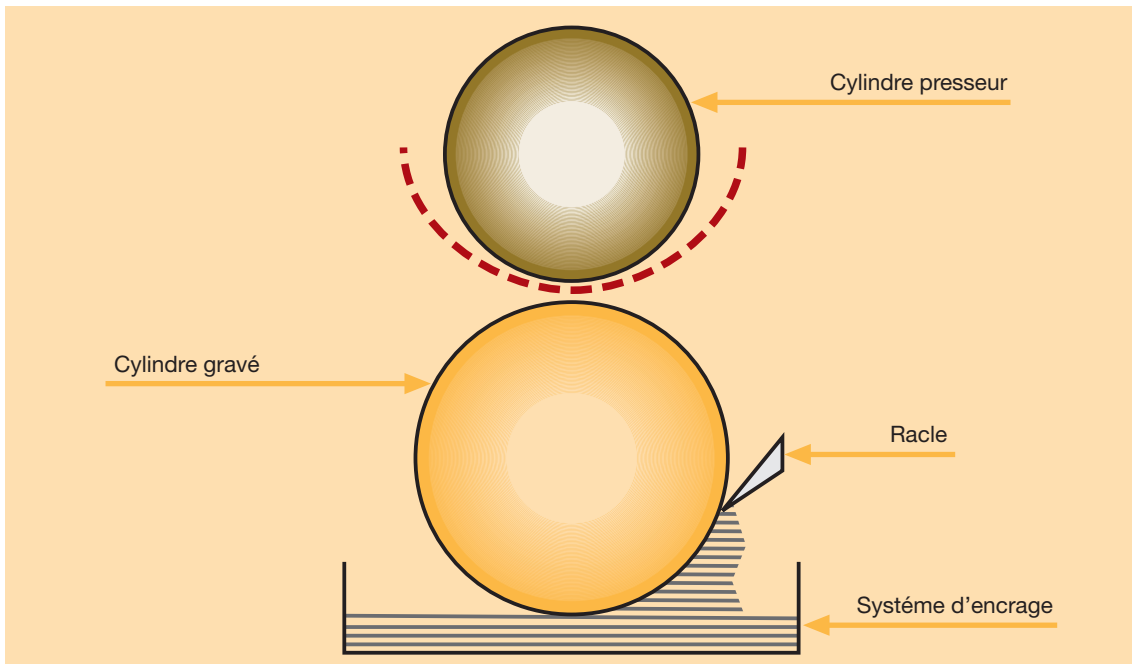
La profondeur de la gravure fait que la quantité d'encre qui adhère au support dans les zones les plus profondes soit plus grande et génère par conséquent une couleur plus intense, par contre l'intensité de la couleur est plus claire aux endroits où la gravure est moins profonde.

Ce système donne aux documents imprimés des tonalités de couleur très vives et des effets de contraste que l'on peut difficilement obtenir avec d'autres techniques d'impression caractérisées par une intensité uniforme de coloration des différents points.



Cylindre gravé et cylindre presseur

Le système d'impression par rotogravure comprend principalement trois éléments : le débobineur, les corps d'impression et le rembobineur.



Système de transfert d'encre en rotogravure

Il existe des machines très différentes et l'on se sert de l'une ou de l'autre en fonction des besoins et des exigences du produit.

Quant aux corps d'impression où se produisent les impressions, ils se composent des éléments suivants :

- *Cylindre gravé* : c'est le cylindre qui porte la gravure et donc celui qui logera l'encre dans les zones d'impression et la fera passer au support que l'on veut imprimer
- *Cylindre presseur* : il se trouve sur le cylindre de gravure et se charge d'appuyer le support sur le cylindre gravé afin que le transfert d'encre se fasse le mieux possible
- *Système d'encrage* : c'est le système qui permet que l'encre se dépose sur la gravure de la plaque d'impression. Il comprend un encreur et des rouleaux qui prennent l'encre
- *Racle* : sa fonction est de retirer physiquement toute l'encre déposée à la surface du cylindre gravé, en ne respectant que celle qui est dans la zone gravée du cylindre et qui constitue l'image qui sera imprimée sur le support. Il s'agit donc d'un système indispensable pour obtenir l'image objet de la forme imprimante.
- *Chambres de séchage* : elles se trouvent entre corps et corps d'impression et leur mission est l'évaporation du solvant contenu dans l'encre de la surface du matériau qui a été imprimé pour que celle-ci arrive sèche au corps suivant et que le processus d'impression puisse se poursuivre correctement. Ce séchage peut se faire à l'air chaud, par radiation infrarouge ou ultraviolette.

Ainsi donc, ce système commence par l'encrage d'une couleur du rouleau de gravure puis le nettoyage de l'encre superficielle avec la racle de sorte qu'il ne reste plus d'encre que dans la zone gravée qui est la zone d'impression.

Une fois que l'image a été imprimée on procède au séchage pour pouvoir continuer avec les autres couleurs.

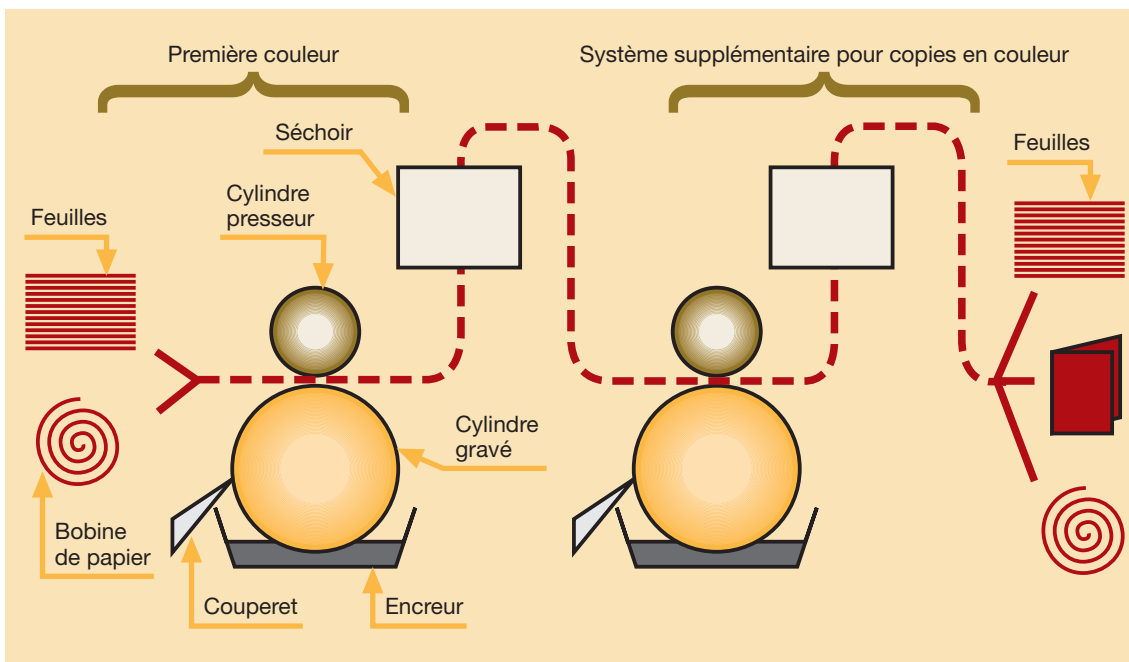


Schéma d'un système de rotogravure

Il s'agit d'une technique d'impression qui fonctionne avec des machines rotatives qui se caractérisent par la bonne qualité de leurs impressions et longs tirages comme par exemple pour la publication de magazines, de publicité, de catalogues et aussi d'emballages et d'autres qui demandent les caractéristiques de sa forme imprimante.

4.2.5. Impression sérigraphique

L'impression sérigraphique se caractérise pour être un mode d'impression qui a la qualité de la perméabilité sélective, c'est à dire que l'écran est perméable à l'encre dans les zones d'impression et qu'il est imperméable dans les zones de non-impression.

La grande différence de ce système par rapport aux autres est qu'en sérigraphie on imprime sur le support à travers la forme imprimante et non par transfert d'encre depuis la forme imprimante. D'autre part, la couche d'encre étalée est bien plus épaisse qu'avec les autres modes d'impression, ce qui permet d'avoir une couche jusqu'à 30 fois plus épaisse qu'avec les autres modes. L'écran agit comme un filtre sélectif de sorte qu'il est ouvert dans les zones d'impression et qu'il laisse passer l'encre, et il ne laisse pas passer l'encre dans les zones de non-impression.

Ainsi le transfert de l'image de l'écran au support à travers le tissu se fait à l'aide d'un outil spécifique en caoutchouc que l'on appelle raclette qui fait que l'encre se filtre par la trame et se dépose sur le support tout en l'imprimant.

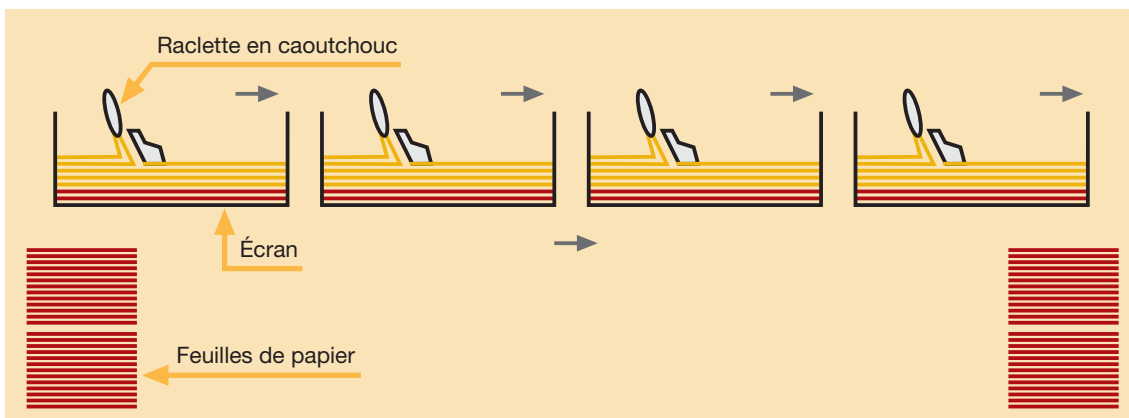
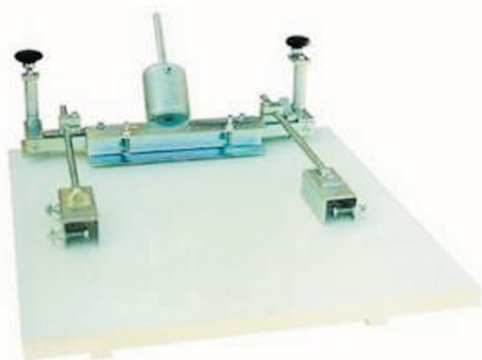


Schéma d'un système de sérigraphie



Machine manuelle d'impression



Machine automatique

L'écran est fixé à une structure métallique mobile, de sorte que chaque fois qu'il faut imprimer un support il faut lever l'écran. Lorsque l'écran est placé à sa place, on met le support à imprimer, on baisse la structure pour que le support et l'écran soient en contact et on verse l'encre dessus. On étale alors l'encre avec la raclette sur tout l'écran de sorte que la raclette fasse pression sur l'encre pour qu'elle passe à travers le tissu qui n'a pas d'émulsion et qu'elle imprègne le matériau du support. Quand on a passé la raclette on relève la structure qui contient l'écran et on retire le support pour le faire passer au tunnel de séchage. Cette opération se répète pour le même support autant de fois qu'il y a de couleurs.

Comme les épaisseurs d'encre sont plus importantes que pour d'autres systèmes d'impression, le séchage en est une partie délicate. Le séchage pendant cette opération peut se faire à l'air chaud ou simplement à l'air (oxydation) mais une fois l'opération terminée on ne peut pas empiler directement le produit, il faut le faire de sorte que les supports ne soient pas en contact les uns les autres ; il faut donc les séparer par des planches, des baguettes, etc.

Il s'agit d'un mode d'impression dont on se sert normalement pour des tirages courts et des utilisations très spécifiques ; c'est un procédé varié, versatile et ductile appliqué dans les cas où l'on ne pourrait pas appliquer d'autres systèmes d'impression comme par exemple pour l'impression sur verre, sur du matériel textile, du plastique, du bois, du matériel de décoration, etc.

4.2.6. Impression digitale

On la définit comme l'impression sans impact car il n'y a pas de contact physique entre la forme de l'image et son support. Cette impression se fait par des dispositifs qui permettent de passer directement de l'information digitale au papier.

L'impression digitale n'est pas un procédé spécifique mais il se sert de différentes techniques de reproduction de l'image tels que, par exemple, l'électrographie, la magnétographie, ou l'injection d'encre, etc.

Par exemple, en électrographie les zones imprimantes sont marquées sur la forme imprimante par des charges électrostatiques, tandis que dans les zones non imprimantes elles sont neutres. Entre ces deux zones il n'existe substantiellement aucune différence à première vue. Cette différence se manifeste lorsque l'encre en poudre répartie sur la forme imprimante n'adhère que sur les zones recevant une charge électrostatique, c'est à dire sur les zones imprimantes.

Parmi les avantages de ce type d'impression, il faut signaler entre autres :

- Il ne faut pas de forme imprimante ni de support intermédiaire (pellicule)
- Les microtirages sont possibles
- On évite tout danger pour l'environnement car il n'existe pas de solutions chimiques qui sont caractéristiques de ce procédé
- Coût moins élevé des travaux de pelliculage manuel, de mise au point de la machine, du temps d'attente pour le séchage de l'encre et donc pour la réalisation des opérations de post-impression, etc.

À grands traits, il s'agit de procédés en évolution permanente qui constituent l'un des progrès les plus nouveaux et les plus importants dans le domaine de l'imprimerie. Ça suppose de pouvoir se servir d'un procédé électronique d'impression en ne produisant que la quantité dont le client a besoin, au moment et où il en a besoin, ce qui ouvre les portes à la possibilité de l'impression individualisée, aux tirages de pré-édition, etc.

Ce type d'impression a donc trouvé une grande diffusion pour la reproduction rapide de documents et d'écrits à un prix inférieur à celui des procédés d'imprimerie normaux.

Après avoir terminé la description des différents types d'impression et pour synthétiser l'information donnée, ce tableau résumé présente d'une manière générique, les principales caractéristiques des différents types d'impression.

IMPRESSION	FORME IMPRIMANTE	ENCRE	TYPE D'IMPRESSION
Impression offset	À plat	Consistante	Indirecte
Flexographie	Relief	Fluide	Directe
Rotogravure	Gravure	Fluide	Directe
Sérigraphie	Perméable	Consistante	Directe
Typographie	Relief	Consistante	Directe
Sans impact (y compris digitale)	Électrique	Poudre	Directe

Parmi les différentes techniques d'impression disponibles que l'on a décrites précédemment, dans le secteur de l'imprimerie et des industries annexes l'offset est la plus répandue du monde. La tendance des dernières années révèle que cette hégémonie dans le système d'impression offset non seulement va perdurer mais qu'elle va même augmenter.

L'augmentation de l'impression offset est due à la somme de bonne qualité et d'économie, ainsi qu'à la versatilité de ses supports. Il s'agit, en définitive, d'un système d'impression très pratique qui permet d'atteindre des niveaux de qualité très hauts.

Il est prévu que la flexographie augmente significativement, par contre on remarque une diminution de la gravure. Du point de vue technologique on peut constater que la gravure offre toujours une bonne qualité bien que l'on constate que ce système est lésé quand on fait des tirages courts et des changements de dessin qui obligent à confectionner de nouveaux rouleaux chaque fois. Tout ceci implique une augmentation des prix qu'il est difficile de faire

passer sur le client. Par contre, la flexographie a l'avantage que la confection des plaques d'impression est plus rapide et les rend moins onéreuses. En plus, pour les tirages courts les prix sont plus intéressants et la qualité de l'impression en flexographie rejoint pratiquement celle de la gravure.

Le pourcentage de l'utilisation de la typographie continue à diminuer car elle est remplacée par l'impression offset dans pratiquement tous les domaines. La typographie est un mode d'impression pour de petits tirages surtout en bureautique.

Quant à l'impression sans impact, il faut noter qu'il s'agit d'un type d'impression qui se développe et on espère que son évolution impliquera une augmentation de l'utilisation de cette technologie.

Enfin, on prévoit aussi une légère augmentation de la sérigraphie ; il ne faut pas oublier que l'emballage est le produit qui a le plus grand marché et une grande partie de ce marché est en plastique où cette technique obtient d'excellents résultats.

4.3. POST-IMPRESSION OU FINISSAGE

L'opération de finissage comprend, en général, les opérations de découpage, pliage, fraisage, encollage, couture, fabrication de couvertures, reliure, et enfin emballage.

Il ne faut donc pas penser que le produit graphique soit prêt jusqu'à ce qu'il ne soit servi sous les conditions de format et de finissage fixées lors de la conception initiale ou demandées par le client.

Vous trouverez ci-dessous une brève description des opérations de post-impression les plus importantes.

4.3.1. Reliure

La reliure a pour objet d'assembler en les mettant dans l'ordre voulu les feuilles ou les cahiers d'un ouvrage pour former un volume compact à l'aide d'une couture solide et d'y mettre une couverture résistante pour protéger le livre et en faciliter son utilisation.

Les différents types de reliure de livres sont normalement définis en fonction de si les pages sont cousues ou pas, suivant la rigidité de la couverture et son système de confection. On parle donc de reliure cousue ou non cousue et de reliure rustique ou à couverture rigide.

4.3.2. Découpage

L'opération de découpage sert à donner au produit la taille souhaitée. Pour ce découpage on se sert de guillotines de différents types : la guillotine linéaire, la guillotine trilatérale ou la cisaille ou la guillotine à un seul exemplaire.

4.3.3. Pliage

Dans l'opération de pliage on fait un pli sur la lisière marquée, obtenu sous pression.

La pression nécessaire au pliage est obtenue, dans le système manuel, avec la plieuse tandis que dans le système mécanique le pli est formé entre les rouleaux plieurs ; sous une pression réglable en fonction de l'épaisseur du papier.

Pour faire le pliage il existe plusieurs types de machines à plier (plieuses à couperet, à sachets, combinées, etc.) ainsi que différents types de pliages (pliage en croix, en parallèle, en zigzag, en portefeuille, en fenêtre, etc.).

À grands traits, les plieuses ont un chargeur (il doit retenir le papier pour le fournir aux corps plieurs), une table d'alignement (comptage et contrôle du passage des feuilles), et les corps plieurs (qui réalisent le pliage).

4.3.4. Assemblage

On appelle *assemblage* l'opération où l'on place les cahiers qui constituent un livre, les uns à côté des autres pour former un bloc complet.

Il existe des appareils spécifiques pour réaliser l'assemblage, tels que les assembleuses et les assembleuses à entonnoir.

4.3.5. Couture

Il existe des machines spéciales pour réaliser la couture ; elles peuvent travailler avec du fil de fer ou avec du fil végétal et elles peuvent servir à différents types de couture.

4.3.6. Fraisage

En général, pour la reliure sans couture on part du principe d'assembler les cahiers d'une manière durable sans se servir de couture. C'est pourquoi il faut procéder à l'encollage. L'encollage des cahiers nécessite cependant des techniques de préparation préalable, parmi lesquelles le fraisage.

Cette opération consiste à rabaisser la surface du dos du livre de sorte à ce qu'il soit prêt pour l'opération d'encollage. On peut le faire à l'aide d'une fraise à poudre, une fraise découpeuse ou un couperet circulaire.

4.3.7. Encollage

En général, on nomme adhésif toute substance qui durcit en passant de l'état fluide à l'état solide, formant ainsi une pellicule adhésive qui adhère aux éléments qui ont été collés.

Pour l'opération d'encollage on peut se servir de différentes colles et de différentes encolleuses, qui sont des machines qui réalisent spécifiquement cette tâche.

4.3.8. Gaufrage

Cette opération se réalise d'une manière spécifique à l'aide de machines gaufreuses ; on ajoute à la couverture des livres ou à tout autre document imprimé des éléments métallisés que l'on veut mettre en relief (titre du livre, marque du produit, etc.).

En général, on réalise le transfert du matériau par pression et température.

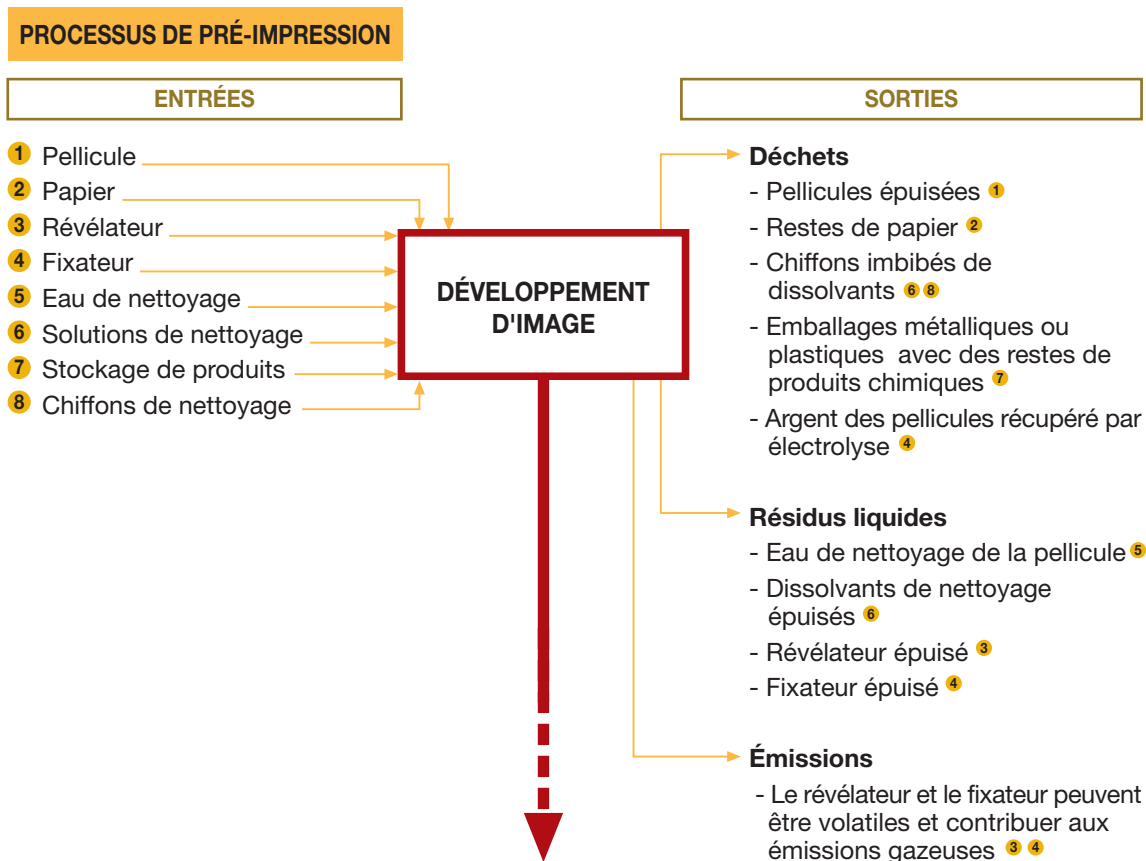
5. COURANTS RÉSIDUAIRES GÉNÉRÉS

Une fois que l'on connaît les matières premières et les différents processus productifs, on peut déterminer les courants résiduaux associés aux uns et aux autres.

Ce chapitre présente par des diagrammes de flux les courants résiduaux générés dans le secteur de l'imprimerie et des industries annexes. Pour mieux comprendre, les courants résiduaux sont séparés en fonction de leurs caractéristiques de base, c'est à dire, s'il s'agit de résidus liquides, de déchets, ou d'émissions gazeuses. C'est pourquoi la classification de chacun de ces courants résiduaux a été faite en fonction des différents systèmes d'impression et en fonction du fait s'ils sont générés au cours des étapes de pré-impression, impression, ou finissage.

En dernier lieu, on trouve une caractérisation des courants résiduaux avec une brève description.

DIAGRAMME DU PROCESSUS D'IMPRESSION OFFSET



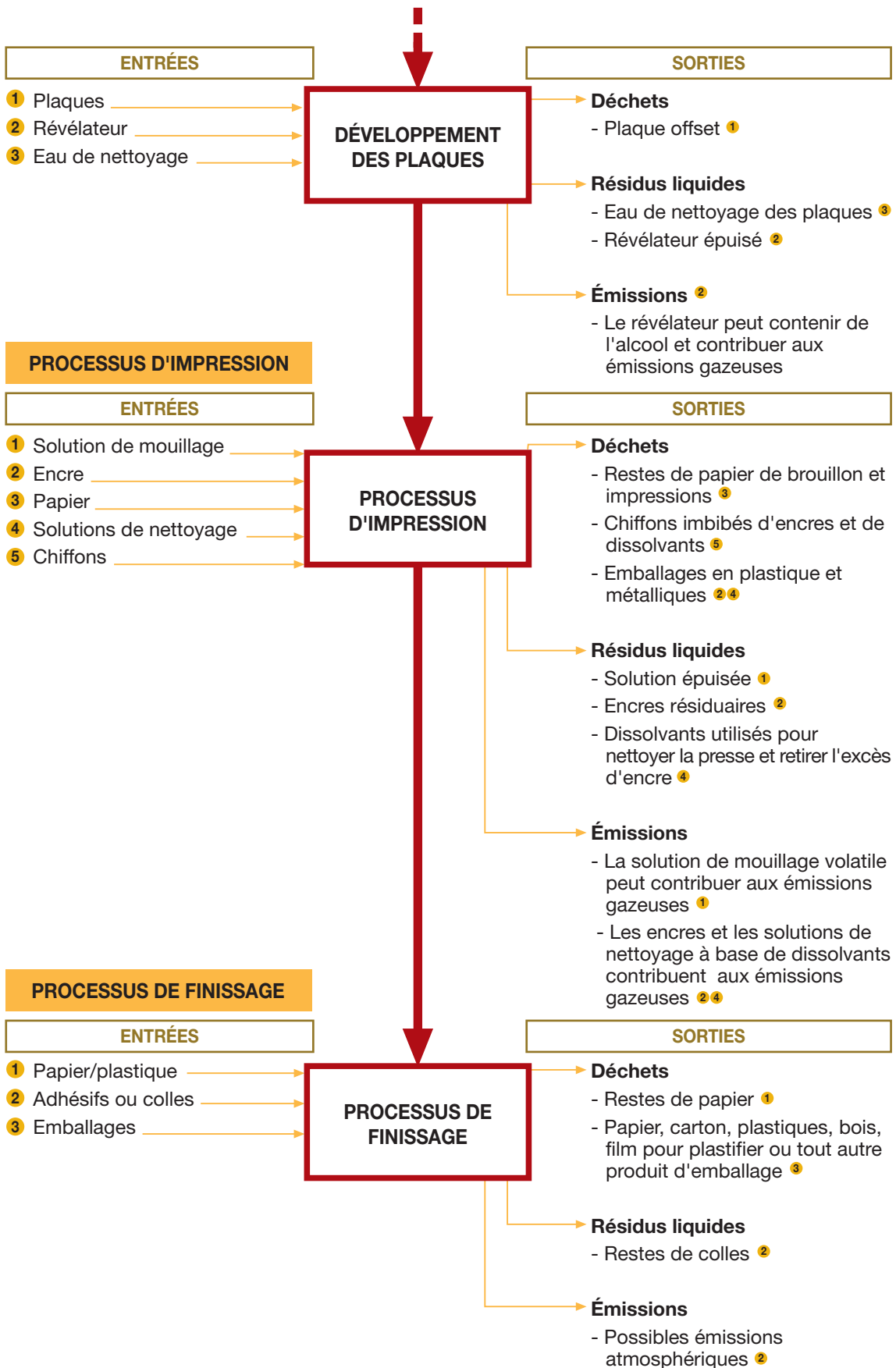
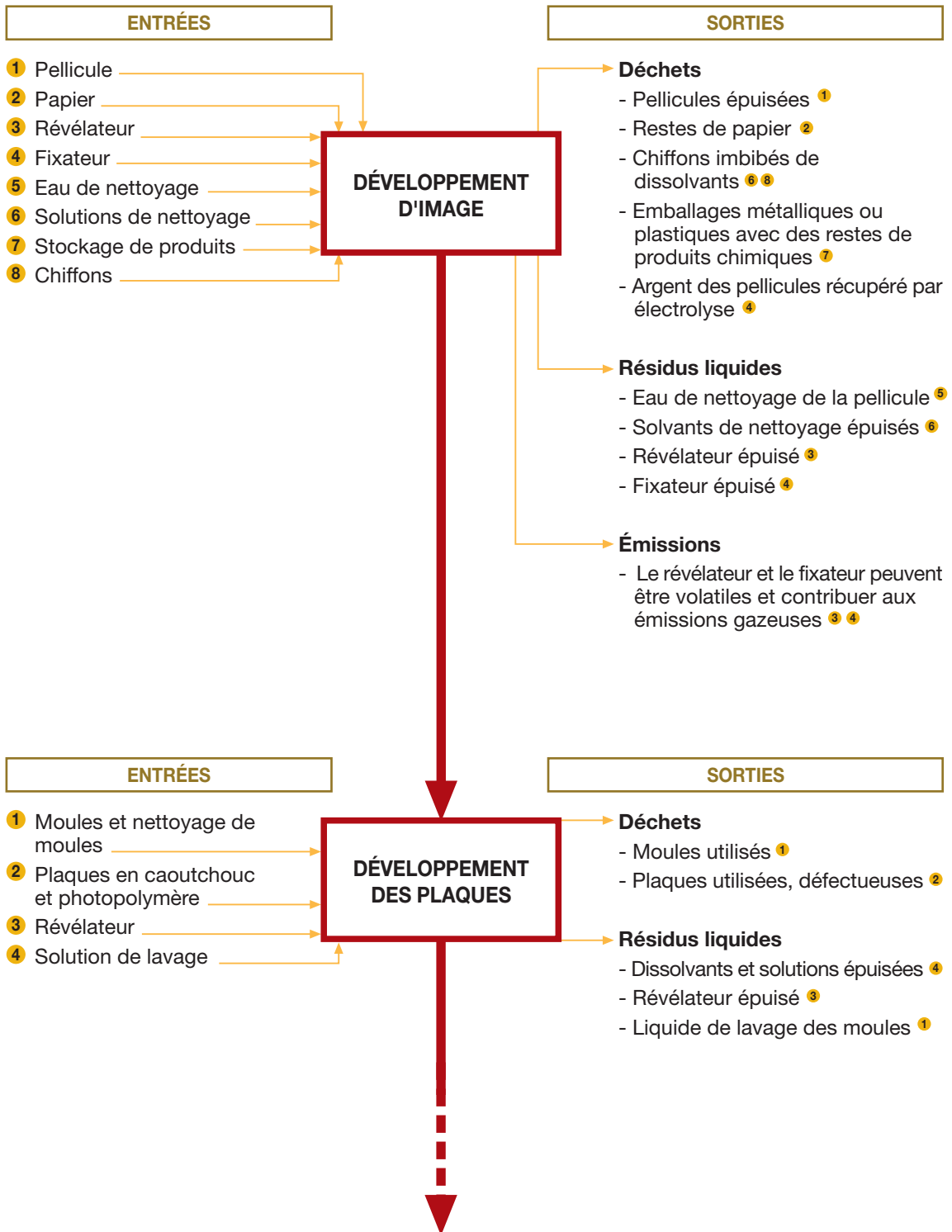


DIAGRAMME DU PROCESSUS D'IMPRESSION FLEXOGRAPHIE

PROCESSUS DE PRÉ-IMPRESSIION



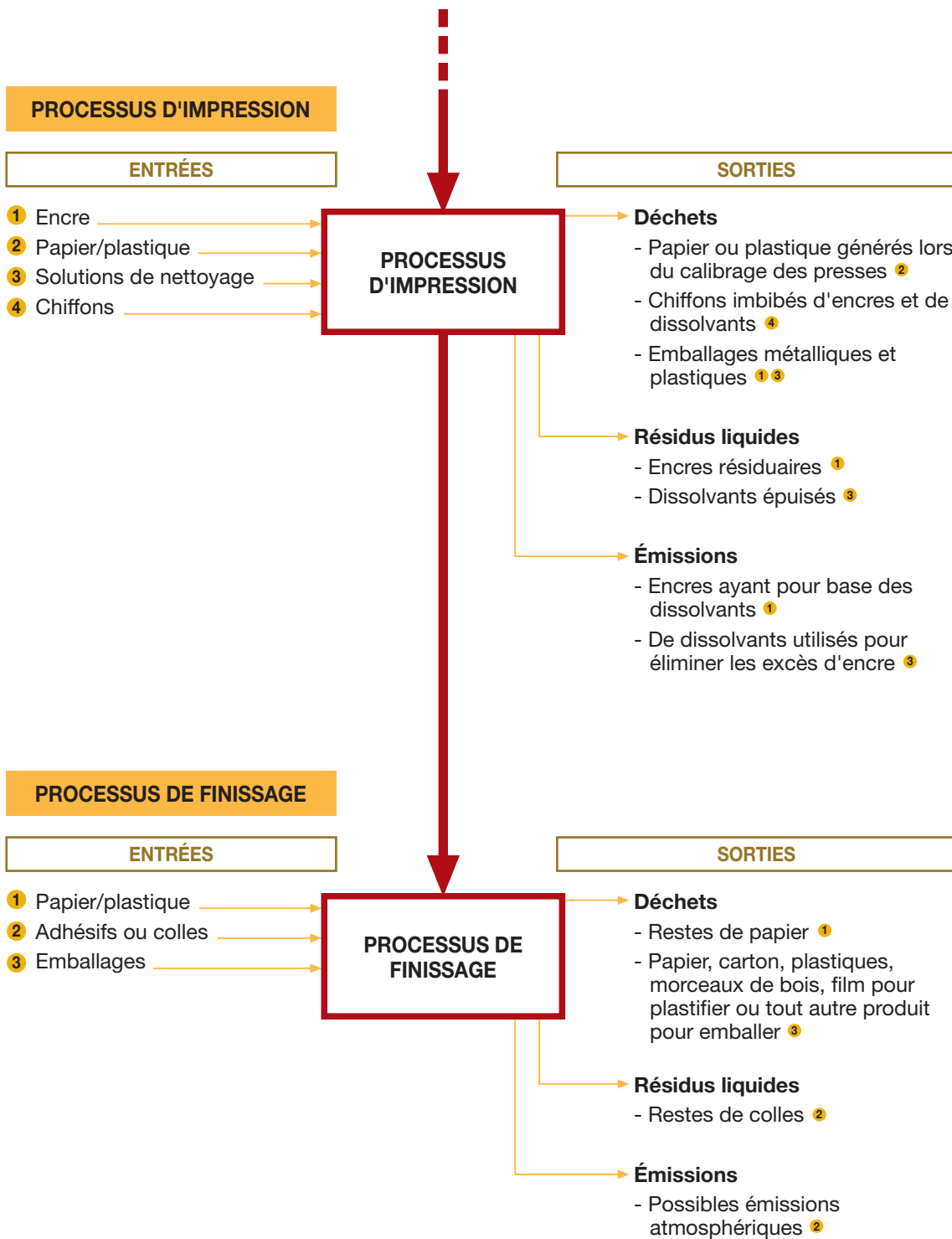
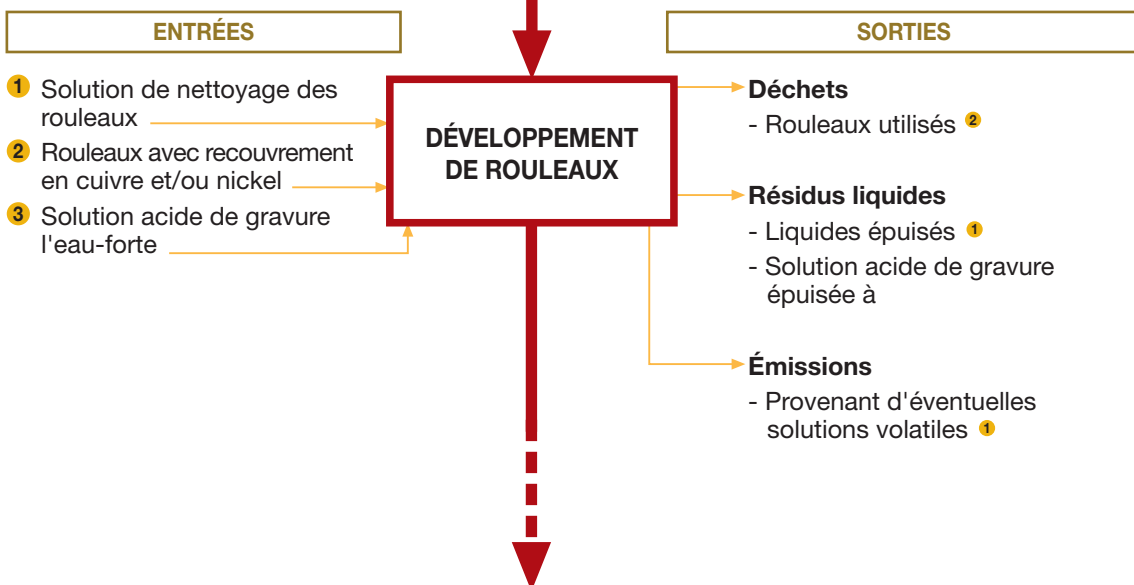
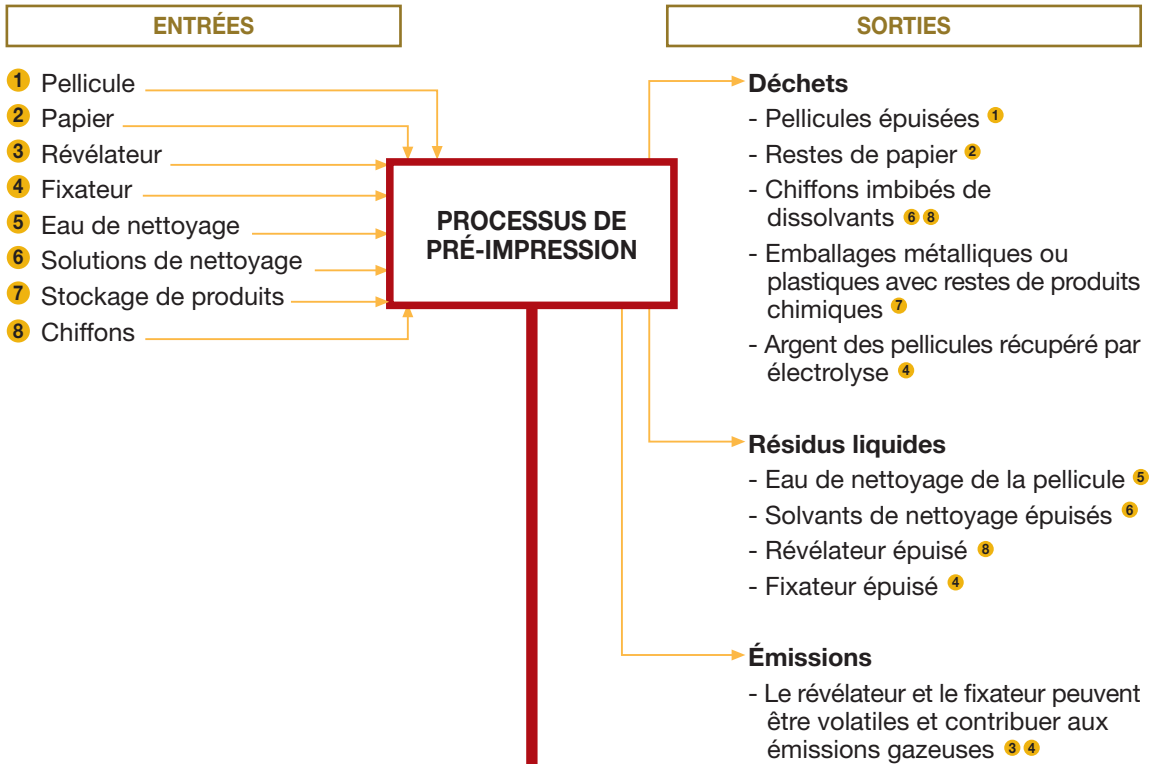


DIAGRAMME DU PROCESSUS D'IMPRESSION ROTOGRAVURE

PROCESSUS DE PRÉ-IMPRESSION



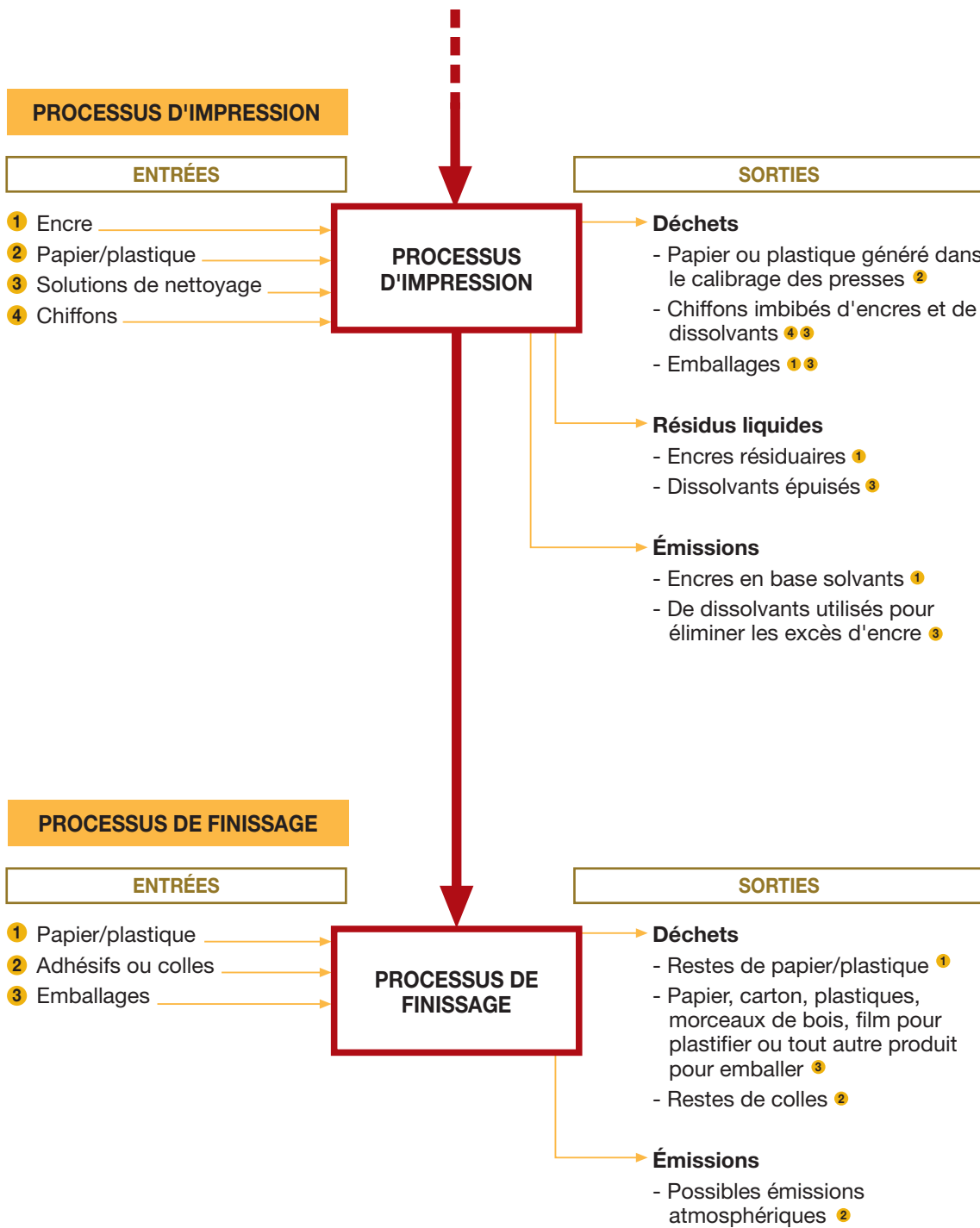


DIAGRAMME DE PROCESSUS D'IMPRESSION EN SÉRIGRAPHIE

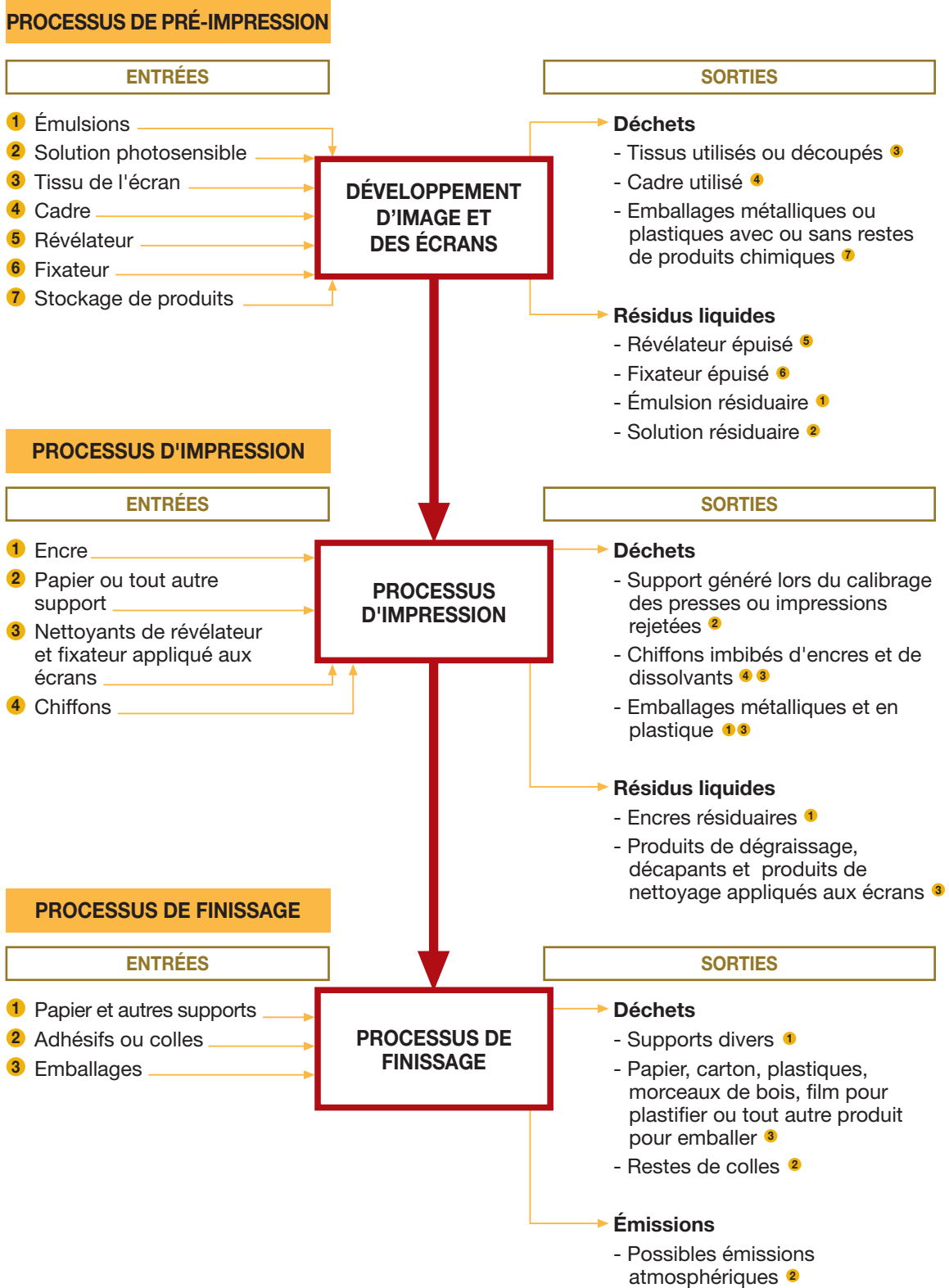
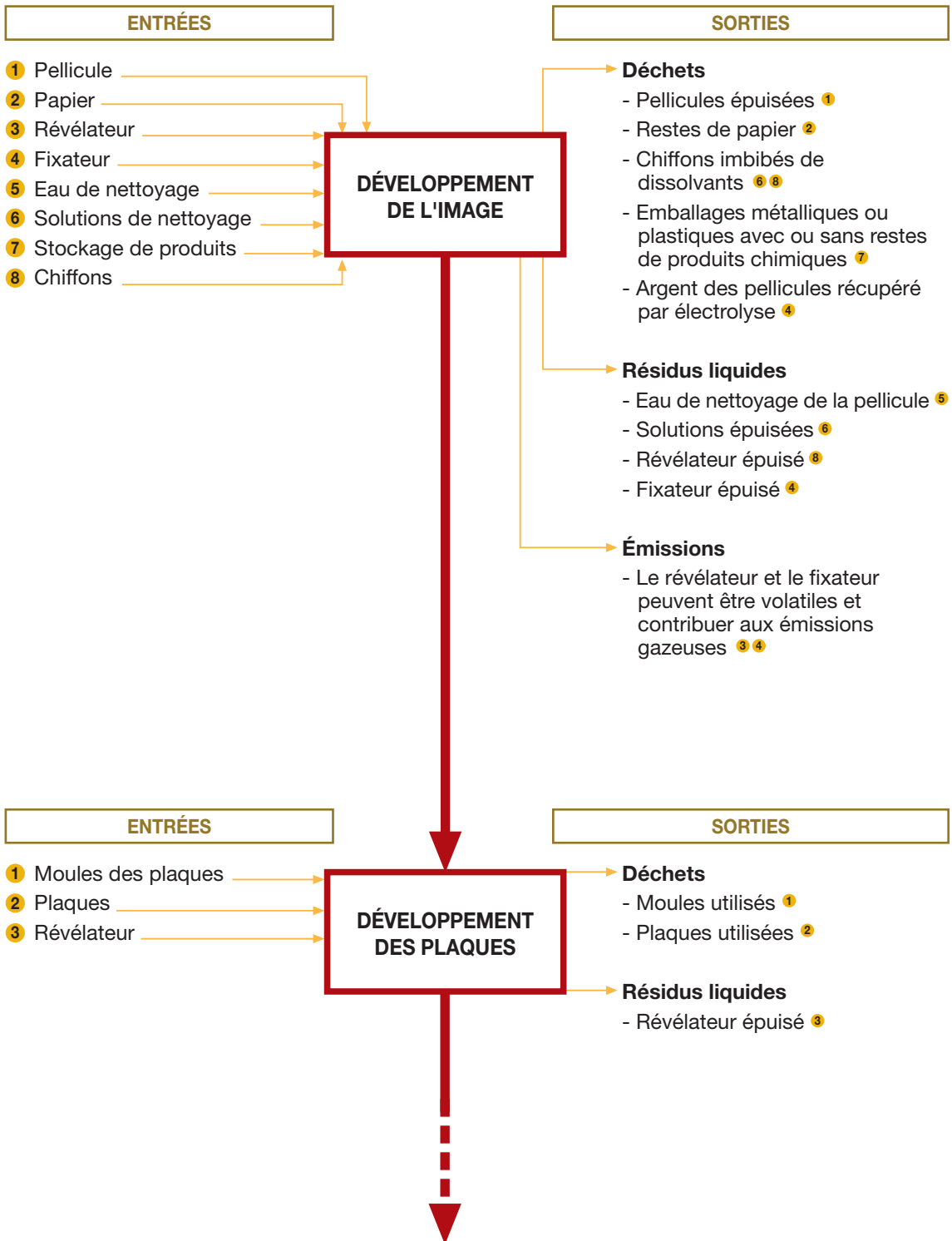
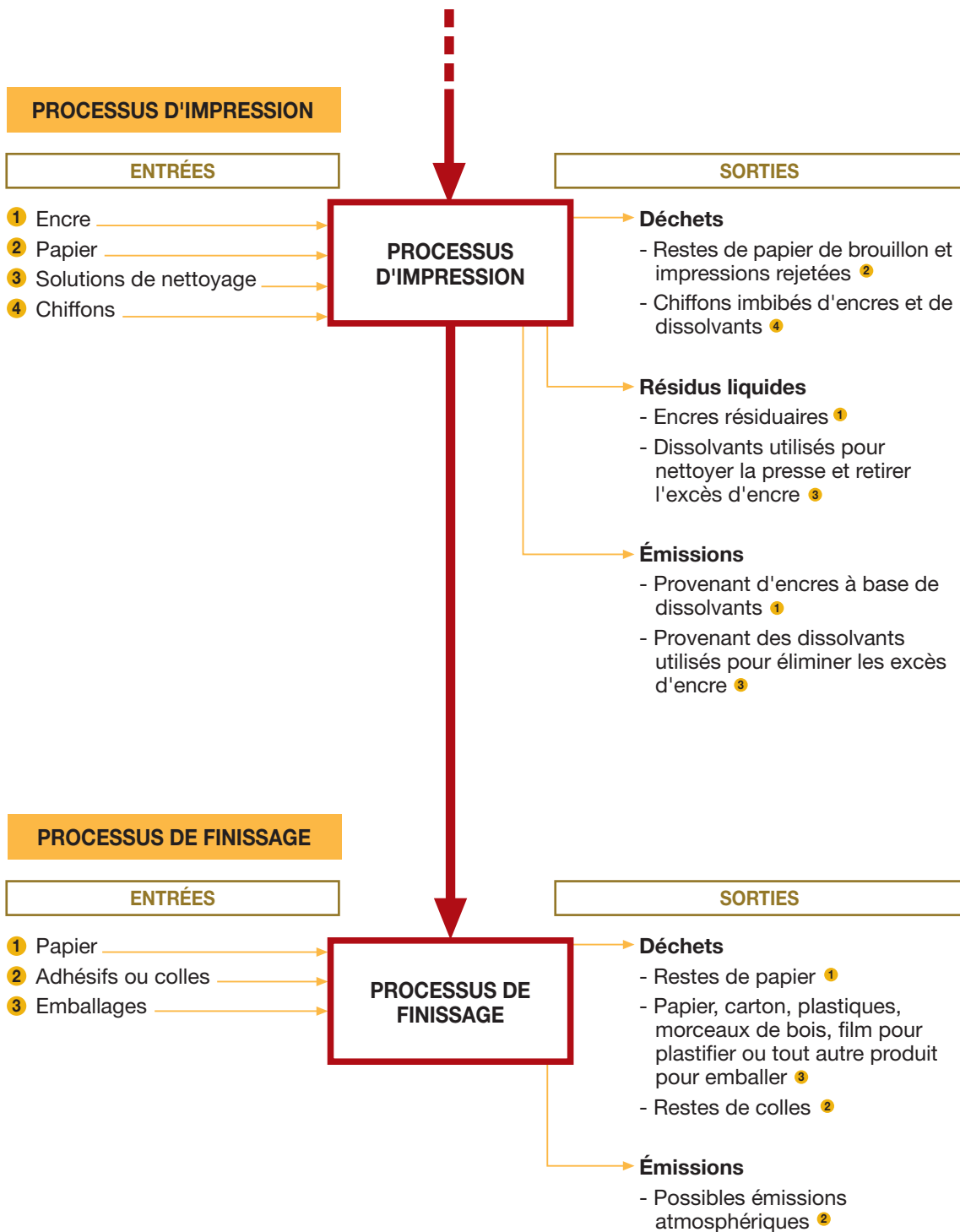


DIAGRAMME DE PROCESSUS D'IMPRESSION EN TYPOGRAPHIE

PROCESSUS DE PRÉ-IMPRESSION





5.1. ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES

Sur les diagrammes précédents, on peut remarquer que les émissions de contaminants atmosphériques se produisent dans toutes les étapes du processus d'impression et ce pour toutes les techniques d'impression.

De toutes les émissions produites, la plus importante du point de vue quantitatif, est dérivée de l'utilisation de dissolvants dans les encres, émis dans l'atmosphère au cours de leur application et séchage. Cette situation se produit plus fréquemment pour la rotogravure, la flexographie et la sérigraphie.

On a étudié plusieurs facteurs de corrélation de l'activité ou étape de production avec la quantité d'encre utilisée lors de l'impression ainsi que les émissions produites. Les valeurs estimées pour l'émission de solvants sont présentées dans le tableau suivant :

SECTEUR	TECHNIQUE	FACTEUR D'ÉMISSION (kg/t encre utilisée)
Presse	<i>Cold-set-web-offset</i>	54
Édition/Publication	<i>Heat-set-web-offset</i>	182
	Rotogravure	145
Emballages	<i>Sheet-fed-offset</i>	437
	Rotogravure	1 296
	Flexographie	800
Emballage rigide	<i>Sheet-fed-offset</i>	437
	Rotogravure	1 296
	Flexographie	800
Décoration	Rotogravure	1 296
	Flexographie	800
	Sérigraphie	935
Autres	Vernis	363
	Nettoyage avec des solvants	140

Source : Richardson, 1995; EMEP, 1996

Il existe d'autres causes d'émission atmosphérique différentes de celles produites lors de l'impression. On présente ci-dessous une brève description des émissions gazeuses générées par les industries de l'imprimerie et les industries annexes :

Générées lors des opérations de pré-impression :

Ce sont des émissions peu importantes pour ce qui est du volume et de la concentration, mais elles peuvent nuire à l'air respiré dans l'usine.

- *Application de colles en aérosol pour le montage des pellicules* : émissions constituées de composés organiques volatiles (COV) et de fines particules de colle. Légèrement toxiques par inhalation et irritantes pour les yeux et pour l'appareil respiratoire.
- *Vapeurs des solvants générées lors du nettoyage des feuilles de montage* : avec les mêmes caractéristiques que les précédentes.
- *Vapeurs du thermo-durcissement des plaques* : ce thermo-durcissement consiste à éliminer totalement les solvants de la couche sensible des plaques, et pour cette raison, des COV sont généralement dégagés. Leurs caractéristiques sont les mêmes que celles énoncées précédemment.
- *Vapeurs générées par les ozalides* : au cours de la préparation des tests ozalides, on génère des vapeurs d'ammoniaque qui, s'agissant d'un gaz plus lourd que l'air, ont tendance à se déposer au sol, en restant sur le lieu de travail.

Générées lors de l'impression :

Comme il a déjà été dit, les émissions les plus importantes sont celles générées lors du séchage des supports imprimés :

- *Séchage des encres et vernis heatset* : COV.
- *Séchage des encres et vernis UV* : ozone (il se décompose rapidement en oxygène).
- *Évaporation de la solution de mouillage* : COV.
- *Évaporations diverses au cours de l'impression* : COV.

En général, les émissions générées lors de l'impression correspondent à des composés organiques volatiles, sauf dans le cas des encres séchées par radiation ultraviolette.

Si on utilise l'encre UV, il se génère de l'ozone, gaz qui se forme par l'impact de la radiation ultraviolette utilisée lors du séchage sur l'air contenu entre la source de radiation et le support qui est en train d'être séché.

Générées lors des opérations de nettoyage :

Certains solvants employés habituellement lors des opérations de nettoyage sont : acétate d'éthyl, éthanol, n-propanol, isopropanol, toluène, méthyle-éthyle-cétone (MEK), méthyle-isobuthyle-cétone (MIBK), isopropoxyéthanol, cyclohexanone ou xylol.

En général, ce sont des solvants organiques assez volatiles, qui s'évaporent au cours des différentes opérations de nettoyage des machines, en grande partie à cause d'une mauvaise manipulation des outils de nettoyage : bidons ouverts, chiffons imprégnés de dissolvant, etc.

Autres points de génération d'émissions :

Parmi les autres émissions importantes pouvant se dégager dans les industries graphiques, on trouve les fumées des chaudières pour le système de chauffage des usines.

- *Chaudières au gaz naturel* : il se dégage fondamentalement du dioxyde de carbone (CO₂), du monoxyde de carbone (CO) et de la vapeur d'eau.
- *Chaudières au gazole* : il se dégage aussi d'autres gaz, comme les oxydes de soufre et de nitrogène.

5.2. EAUX RÉSIDUAIRES

Dans le secteur de l'imprimerie et des industries annexes, la plupart des courants résiduares liquides sont générés lors du processus de pré-impression et d'impression, notamment les courants générés lors du développement des plaques et lors de leur lavage, ainsi que le courant formé par la solution de mouillage épuisée.

Dans le cadre de cette étude, on décrit ce courant résiduaire dans le paragraphe sur les résidus liquides. Étant donné que les volumes ne sont pas très importants, et vu ses caractéristiques principales et son potentiel polluant, il existe une tendance dans le secteur à récupérer ce courant et à le gérer à travers un gestionnaire autorisé. Cependant, de nombreuses entreprises traitent ces eaux avec un traitement d'épuration interne.

5.3. RÉSIDUS LIQUIDES

On peut observer sur les diagrammes précédents que les résidus liquides sont générés essentiellement lors des étapes de pré-impression et d'impression. Pour la première, le résidu liquide est généré lors du développement des pellicules et des plaques, c'est à dire, les liquides de développement et de fixage. Pour la deuxième, le résidu est généré par les solvants de nettoyage, les restes d'encres et les huiles lubrifiantes des machines.

Générés lors des opérations de pré-impression :

Les résidus liquides qui sont générés lors des opérations de pré-impression sont ceux qui proviennent du développement des pellicules et des plaques :

- *Chimiques épuisés lors du développement des pellicules (révélateur et fixateur) :* ils correspondent à des solutions liquides à base d'eau qui s'épuisent au cours du développement des pellicules.
- *Eau de nettoyage de la pellicule lors de son développement :* étant donné que l'on travaille en circuit ouvert, les quantités d'eau utilisées sont souvent importantes. Le lavage s'effectue à l'eau courante, mais il ne faut pas oublier que cette pellicule contient du liquide fixateur et, par conséquent, l'eau peut contenir des restes des produits chimiques utilisés lors de l'opération et, pour cette raison, aussi des restes d'argent.
- *Chimiques épuisés lors du développement des plaques offset (révélateur) :* lors du développement des plaques, le révélateur s'épuise et doit être changé. Ce produit contient des solutions fortement alcalines ainsi que des substances dissoutes de la couche sensible solubilisée.
- *Eau de lavage des plaques offset lors de leur développement :* elle se produit au cours du rinçage de la plaque et contient des restes des produits chimiques utilisés et générés lors du développement.
- *Eau du développement des plaques de flexographie et de typographie :* il s'agit de l'eau que contient la zone non-image de la plaque (soluble), ainsi que d'éventuels restes solides ou semi-solides de photopolymère dégagés lors du développement.
- *Liquides de la préparation des écrans de sérigraphie :* comme précédemment, les écrans de sérigraphie sont développés avec de l'eau, même si on peut parfois ajouter un solvant qui rend cette opération plus facile. Dans ces eaux, mis à part l'émulsion non durcie qui part avec l'eau, on peut aussi trouver des restes d'émulsion durcie et entraînée, ou qu'il a fallu éliminer pour rectifier des défauts lors de la préparation de l'écran.

Générés lors de l'impression :

Ce sont les résidus générés par l'utilisation de la solution de mouillage lors de l'impression offset et par les restes d'encre et de vernis.

- *Solution de mouillage :* contient des restes d'encre et de solvants, de l'alcool isopropylique ou d'autres réducteurs de la tension superficielle de l'eau et des produits tels que par exemple des algicides, des fongicides, etc.

- *Restes d'encre et de vernis offset* : en général, il s'agit des restes de tirages qui sont vidés des encreurs à la fin d'un travail ou quand il faut changer de couleur.
- *Restes d'encre et de vernis de flexographie et de rotogravure* : ce sont des encres liquides avec un pourcentage élevé de solvants.
- *Restes d'encre et de vernis de sérigraphie* : dans ce cas, sont valables les mêmes observations que précédemment même si leur composition spécifique est différente. Ce sont des encres qui contiennent plus de pigments et qui peuvent contenir des catalyseurs pour faciliter le séchage.

Générés lors des opérations de post-impression :

- *Restes de colles* : même si ce n'est pas fréquent, des restes de colles à base d'eau et des colles de type *hotmelt* peuvent être générés.

Générés lors des opérations de nettoyage et d'entretien :

En général, il s'agit de solvants divers bruts provenant du nettoyage des différentes machines d'impression et de post-impression.

- *Impression offset* : il se génère des liquides lors du nettoyage des rouleaux de mouillage, des batteries à encre et des encreurs, des caoutchoucs, des plaques et des racles pour la manipulation des encres, etc.
- *Impression par flexographie et typographie rotative* : générés lors du nettoyage des encreurs, des différents vases, des viscosimètres, etc.
- *Impression par rotogravure* : générés au cours du nettoyage des encreurs, des différents vases, des viscosimètres, des cylindres des gravures, etc.
- *Impression par sérigraphie* : générés lors du nettoyage des écrans, des racles, etc.
- *Encolleuses et autres appareils de post-impression* : nettoyage des colles, etc.
- *Huiles résiduelles* : générées lors du processus d'entretien des installations.

5.4. DÉCHETS

Ci-dessous, une brève description des déchets, mais pas comme précédemment car cette description n'est pas classée par l'étape au cours de laquelle le résidu est généré étant donné que son origine est plus diverse, c'est à dire qu'un même résidu peut être généré à des étapes différentes.

Les déchets générés dans l'imprimerie et les industries annexes sont alors :

- *Pellicule* : elle est générée seulement dans la zone de pré-impression, pour le filmage ainsi que pour les opérations de pelliculage et de démontage. Très souvent, ils sont gérés avec les résidus généraux de l'usine ou bien ils peuvent être évalués afin de récupérer l'argent qu'ils peuvent contenir.
- *Plaque offset* : ils peuvent être générés dans la zone de pré-impression (exposition, développement et tests) ainsi que dans la zone d'impression (plaques utilisées), sous forme de découpes et d'épreuves fausses et vieilles. Comme pour les pellicules, il s'agit d'un résidu qui peut être valorisé et dont on peut récupérer l'aluminium.
- *Plaques de flexographie et de typographie rotative* : il s'agit de plaques de polymères qui sont générées aux mêmes endroits que les plaques offset. De la même façon, ces déchets sont générés sous forme de découpes, d'épreuves fausses et de vieilles plaques.
- *Chiffons de nettoyage* : ils sont générés à plusieurs endroits de l'entreprise, essentiellement pour des opérations de nettoyage. Il s'agit de chiffons sales, généralement du papier ou du fil de coton, imprégnés de solvants divers, d'encres, d'huiles ou de graisses.
- *Feuilles de montage* : de même que les pellicules, elles sont générées seulement dans la zone de pré-impression, à cause du montage et du démontage des pellicules, sous forme de découpes ou de vieilles feuilles ou de feuilles rayées.
- *Papier pour l'impression* : il est essentiellement généré dans les entrepôts (papier obsolète), lors de l'impression (macules, feuilles défectueuses, rejets lors de la mise en marche et tirage excessif) et lors de certaines opérations de finissage; il se produit normalement sous forme de chutes ou de papier entier, imprimé ou non imprimé.
- *Supports plastiques* : c'est la même chose que pour le papier, c'est à dire, il est généré aux mêmes endroits et dans les mêmes conditions.

- *Emballages de papier et de carton* : il est généré pratiquement partout dans l'entreprise, généralement sous forme de papier d'emballage, de boîtes de protection, de séparations, de bobines vides, etc.
- *Emballages en plastique* : comme précédemment, les différents emballages en plastique sont générés pratiquement partout dans l'entreprise.
- *Caoutchoucs* : ils sont générés, sous forme de lames, dans la zone d'impression offset, suite à leur dégradation au fur et à mesure qu'ils sont utilisés.
- *Déchets d'encre* : surtout pour ce qui est des encres offset, qui sont plus épaisses, les restes d'encres des tirages qu'il faut gérer en tant que résidu sont à l'état solide. Ces encres sont générées essentiellement dans la zone d'impression et sous forme de peaux, de restes d'emballages ou de particules lors du nettoyage.
- *Morceaux de bois* : les résidus en bois sont générés partout dans l'entreprise sous forme de caisses et de palettes.
- *Film pour plastifier* : généré essentiellement dans la zone de finissage et d'emballage, et dans les entrepôts (machine à plastifier, recouvrement de piles, etc.) sous forme de chutes de plastique ou de pellicule.
- *Cartouches de toner* : il s'agit de petits conteneurs qui sont générés dans la zone de pré-impression et de conception, où il faut souvent réaliser de nombreux essais avant de passer le produit à la zone d'impression.
- *Boues du traitement des liquides résiduaires* : générées suite au traitement des effluents générés lors des processus de pré-impression, mais aussi lors de l'impression et des différentes opérations de nettoyage. Ils ont normalement une consistance pâteuse ou semi-solide.
- *Filtres et cartouches de filtrage* : les entreprises ont parfois des systèmes de filtrage qui permettent de rallonger la vie utile de certains produits qu'elles consomment couramment. C'est par exemple le cas des produits chimiques utilisés pour développer les pellicules et les plaques, ainsi que de leurs eaux de lavage et de la solution de mouillage. Un exemple en serait les filtres du développement des pellicules, ceux du développement des plaques, ceux du système de réfrigération de la solution de mouillage ainsi que celui des circuits fermés d'huile, une fois leur vie utile épuisée.

- *Emballages métalliques de 200 ou 1 000 litres* : grands emballages qui ont contenu des solvants, des encres, de l'alcool, des additifs pour la solution de mouillage, des colles base eau, des produits de nettoyage, etc.
- *Emballages différents* : petits emballages métalliques ou en plastique qui ont contenu des solvants, des encres, de l'alcool, etc.
- *Déchets généraux de fabrication* : ensemble des déchets de type général, hétérogène, qui ne sont pas recueillis sélectivement.
- *Déchets spéciaux divers* : il s'agit généralement de néons, de piles, de différents accessoires, de verres, de pneus, de câbles, d'aérosols, d'échantillons de laboratoire, d'ammoniaque, d'huiles diverses, etc.

5.5. ODEURS

Les odeurs produites ont une relation directe avec les émissions par évaporation des produits utilisés.

5.6. BRUITS

En général, le problème de la contamination acoustique dans les industries du secteur de l'imprimerie et des industries annexes peut venir des presses et des guillotines, en plus de l'utilisation de systèmes de ventilation pour capter les COV. Il ne faut pas oublier non plus les émissions générées par les activités du transport des matières premières et des produits finis.

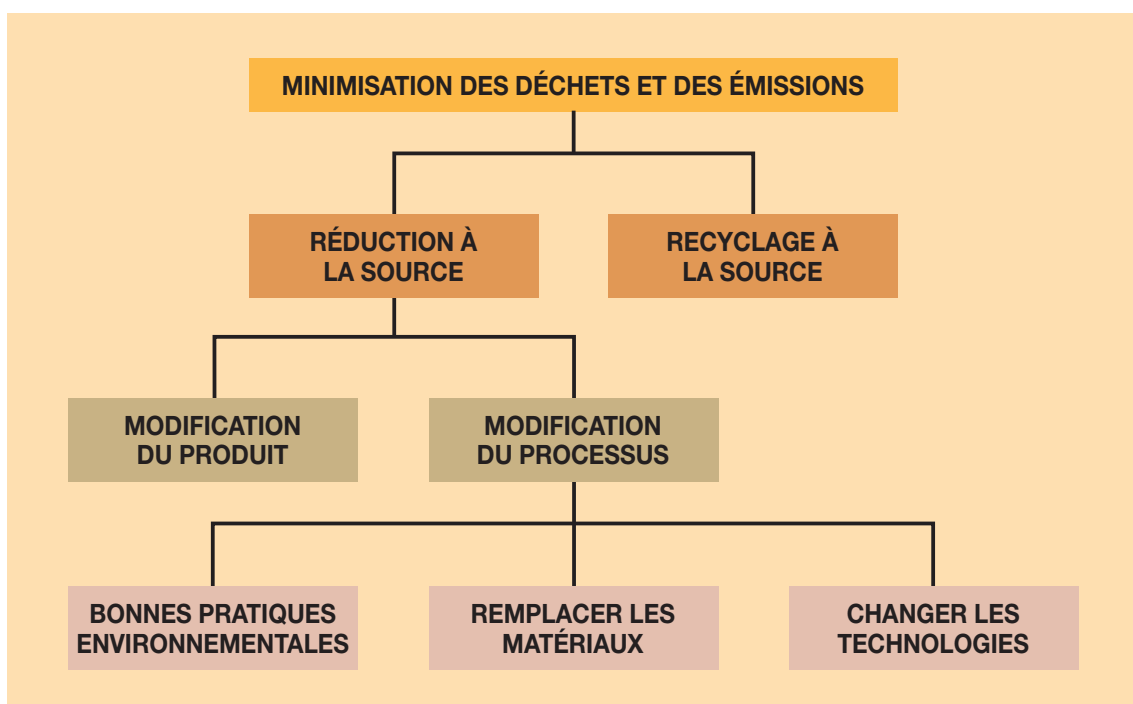
6. MINIMISATION ET ALTERNATIVES DE PRÉVENTION À LA SOURCE DE LA POLLUTION

La prévention de la pollution à la source implique, tout d'abord d'éviter qu'elle ne se produise. Outre les améliorations apportées en matière d'environnement, l'implantation d'une politique de prévention de la pollution se traduit par une diminution du coût de la gestion de l'environnement, par une dimension correcte des installations de traitements des courants résiduaux, par l'amélioration de l'image et par l'introduction d'une plus grande protection des personnes et de l'environnement.

La minimisation de déchets, d'eaux résiduaux et d'émissions dans l'atmosphère est un concept équivalent, en fait, à celui de la prévention à la source de la pollution et il peut être défini comme la somme de la réduction et du recyclage à la source.

Une bonne politique de l'environnement ne tiendra compte que des traitements en bout de tuyau et/ou de la gestion du courant résiduaire lorsque l'entreprise en aura analysé et/ou appliqué les options de minimisation possibles.

Le tableau suivant schématise le concept de prévention à la source de la pollution :



Après avoir défini les courants résiduaux générés dans chacun des processus du secteur de l'imprimerie et des industries annexes, on analysera les possibilités de minimisation de la pollution à la source, de sorte à fournir dans ce chapitre toute une série d'alternatives sur l'environnement plus attrayantes que certaines pratiques actuelles.

6.1. ALTERNATIVES DE RÉDUCTION À LA SOURCE

La réduction à la source consiste à éviter ou à diminuer des courants résiduaux (ou leur taux de dangerosité pour l'environnement) avant qu'ils ne soient générés, par des modifications dans le processus de fabrication, l'application de bonnes pratiques environnementales, le remplacement de matériaux et/ou de produits ou la mise en place de technologies plus respectueuses envers l'environnement :

6.1.1. Nouvelle conception de certains produits

Concevoir à nouveau certains produits est l'une des options possibles pour réduire la pollution à la source. L'alternative qui est proposée ci-dessous peut être appliquée à n'importe quel produit :

Étude de la conception graphique :

L'étape de la conception, la première dans le processus de production, est celle où en plus de concevoir un produit répondant aux besoins du client, le concepteur a la possibilité de le faire de sorte qu'il génère la moindre quantité possible de courants résiduaux ou que ce produit soit le moins nuisible possible à l'environnement.

Une nouvelle conception du produit permet d'étudier toute une série de possibilités qui peuvent entraîner une réduction de ces courants résiduaux, comme par exemple :

- Analyser la dimension de l'image afin de choisir la meilleure dimension de papier de sorte à réduire au maximum les déchets
- Prendre conscience du type d'encre à utiliser et se servir d'encres ne contenant pas de métaux lourds ou des pigments dangereux
- Tenir compte de la possibilité de diminuer la quantité d'encre sur le support
- Se servir de papier recyclé.

Toutes ces mesures doivent être analysées lors de l'étape de conception du travail car elles peuvent contribuer à une minimisation des courants résiduels, objectif principal de la prévention de la pollution.

6.1.2. Nouvelle conception du processus

6.1.2.1. Remplacer les matières premières

Le remplacement des matières premières est une autre option pour réduire la production de courants résiduels. Il consiste à remplacer les matières premières et/ou les produits auxiliaires par d'autres matières moins nocives ou qui peuvent être utilisées dans une proportion moindre, mais qui jouent le même rôle que les premières. Dans le secteur de l'imprimerie et des industries annexes comme dans d'autres secteurs, on se sert parfois de matières premières qui génèrent des déchets dangereux. Il existe, à l'heure actuelle, des alternatives à certaines de ces matières premières, tout à fait possibles du point de vue technique et potentiellement moins polluantes.

Voyons quelques exemples :

Changement de dissolvants de nettoyage pour l'impression offset :

Dans le processus de nettoyage des machines d'impression offset il faut dissoudre l'encre imprégnée dans le blanchet, dans les cylindres et dans toutes les pièces en contact avec l'encre, chaque fois qu'il faut procéder à un changement d'encre ou que l'encre ait séché, ou lorsque le résultat de l'impression n'est pas celui qui était souhaité.

Ce nettoyage se fait à l'aide de solvants organiques dérivés du pétrole qui sont constitués d'une combinaison de solvants d'hydrocarbure, en fonction de laquelle le produit final aura une pression de vapeur qui définira sa volatilité et, par conséquent, son taux de pollution atmosphérique. Ces solvants peuvent être constitués d'un mélange de toluène, xylène, de méthyle éthyle cétone, méthanol et de composantes aromatiques entre autres.

Les types de solvants utilisés dépendent en bonne mesure des machines à nettoyer; en effet le nettoyant du blanchet doit dissoudre rapidement l'encre et sécher immédiatement, tandis que lors du nettoyage des cylindres le solvant peut agir plus lentement. Du point de vue de la sécurité et de l'hygiène dans le travail, il ne faut pas oublier les caractéristiques d'inflammabilité et l'odeur.

Pour bien réaliser leur fonction, les solvants organiques doivent donc avoir un certain temps de séchage avec une intensité précise et une teneur de composante organique volatile bien précise.

Après avoir défini les caractéristiques que doit avoir le solvant pour développer la tâche qui lui est assignée, on peut rechercher des solvants alternatifs moins polluants, de sorte que l'émission de composantes organiques soit moindre.

Pour minimiser l'émission lors des opérations de nettoyage, il faut donc se servir d'un solvant ayant un faible contenu organique et pour ce faire le solvant doit être remplacé par des composantes non volatiles ou par de l'eau. Les produits de nettoyage alternatifs suivants ont donc été développés :

1. Émulsions à base d'eau : il s'agit d'une combinaison de solvants, d'émulsifiants et de détergents qui sont mélangés à de l'eau pour obtenir un faible taux de COV. Elles peuvent aussi contenir des mélanges d'hydrocarbure et d'eau, ou des éthers de glycol, des esters et des solvants dérivés de produits citriques et de térébenthine. Les produits à base d'eau sont conseillés pour nettoyer les blanchets des machines offset à feuilles, les rotatives commerciales qui impriment sur du papier satiné et pour les presses de journaux. Ces nettoyeurs ne sont pas très acceptés pour nettoyer les cylindres.

2. Solutions d'esters végétaux : elles sont dérivées d'acides gras obtenus à partir de produits agricoles, notamment de l'huile de soja. Font partie de cette catégorie les mélanges qui contiennent des esters de glycol. Le taux de COV de ces produits va de zéro ou de pratiquement zéro à tout niveau souhaité; en fonction de la quantité de solvant volatile utilisé dans sa formule, son émission peut diminuer remarquablement par rapport aux nettoyeurs conventionnels et par ailleurs ce sont des produits plus sûrs car ils sont moins inflammables. Certains de ces nettoyeurs sont excellents pour les cylindres car ils sont très efficaces pour le nettoyage en profondeur quand il faut procéder à un changement de couleur.

Ce sont des liquides très efficaces qui demandent peu d'effort d'application. On les utilise différemment que les solvants standard, mais ils sont pratiquement aussi efficaces.

Du point de vue économique on ne peut pas faire d'estimation car pour chaque entreprise et en fonction des machines à nettoyer et de leur caractéristiques actuelles, l'investissement à réaliser peut être très différent.

En général, l'utilisation de ces solvants alternatifs entraîne une diminution de la quantité de matière utilisée étant donné qu'il s'en évapore une quantité moins importante car ils sont moins volatiles. Avec cette réduction de l'émission de composante organique dans l'atmosphère on contribue à la préservation de l'environnement et de la santé des ouvriers.

Utilisation d'encres à l'huile végétale :

Ces encres, contrairement aux encres grasses traditionnelles, utilisent un véhicule qui contient des éléments qui sont produits dans la nature, comme par exemple les huiles de soja, de linette, etc., même si parfois elles contiennent aussi une partie importante d'huiles venant du pétrole pour accélérer le séchage. Étant donné que ces encres sèchent par absorption sur le support, elles sont spécialement indiquées pour l'impression des journaux étant donné le grand taux d'absorption de ce type de papier.

La qualité de l'impression avec des huiles végétales peut arriver à être dans certains cas meilleure que celle obtenue avec des huiles conventionnelles car les couleurs sont plus brillantes et plus nettes.

Quant aux émissions, il faut dire que les COV sont minimisés et que l'on évite aussi l'exposition des ouvriers à des huiles minérales; il s'agit donc d'une alternative plus respectueuse envers l'environnement.

Les encres végétales se caractérisent par leur bon travail sur du papier recyclé et aussi parce qu'elles ont une plus grande stabilité et parce qu'elles permettent une plus grande liberté dans le mélange eau-encre, ce qui permet une plus grande souplesse pour ajuster la presse.

D'autre part, les produits imprimés avec de l'encre à l'huile végétale de soja sont facilement désencrables, ce qui fait qu'ils sont plus facilement recyclables que les produits imprimés avec des encres à base de pétrole.

En revanche, il existe une offre moins importante de ces types d'encre et à un prix plus élevé. Le séchage est considérablement plus lent, c'est pourquoi dans certains cas on ajoute des huiles dérivées du pétrole.

Il faut nettoyer les machines plus souvent qu'avec des encres à base de solvants, et donc le problème des émissions de COV persiste.

Utilisation d'encres ultraviolettes (UV) :

L'utilisation d'encres UV, contrairement aux encres à base de solvants, n'entraîne pas d'émission de COV car elles ne contiennent pas de solvants dans leur formule. Ce sont des encres spéciales qui polymérisent à cause de l'action d'une substance photosensible (un photo-initiateur) qui absorbe les radiations ultraviolettes pour déclencher une réaction de durcissement pratiquement instantané.

Ces encres peuvent être appliquées sur un grand nombre de supports (plastique, papier, métal et tissus) et dans différents procédés d'impression tels que l'offset, la flexographie, la typographie ou la sérigraphie.

En général, la qualité de l'impression avec des encres UV est comparable à celle obtenue avec des encres conventionnelles et, même dans le cas de l'application du vernis, on obtient de meilleurs résultats. Avec l'élimination des émissions de COV, l'encre UV présente une alternative qui préserve la santé des ouvriers et l'environnement. L'encre UV reste liquide jusqu'à ce qu'elle arrive sur le support, où elle sèche et passe à l'état solide presque immédiatement. Ce temps réduit de séchage suppose une meilleure productivité par rapport aux encres qui demandent un temps de séchage plus long. En plus, l'encre reste liquide dans l'encreur, ce qui réduit la fréquence de nettoyage des machines et, par conséquent, les courants résiduels générés sont aussi réduits.

Toute l'encre utilisée reste sur le papier après son application et par conséquent la consommation d'encre est la même voire inférieure qu'avec les encres conventionnelles.

Par contre, il s'agit d'encres avec des composantes toxiques et un coût très élevé; en plus les ouvriers doivent se protéger avec des équipements de protection individuelle (EPI) des radiations UV et il faut une certaine aération pour éviter la concentration dans la salle de l'ozone formé lors du séchage.

La rentabilité économique du changement de type d'encre d'impression ne peut se faire a priori puisque ça dépend principalement de l'investissement nécessaire et de l'augmentation de la capacité d'impression. L'investissement est très variable et il dépend du type de presse et des machines de polymérisation à installer. L'augmentation de cette capacité de travail dépend, en grande mesure, du volume de travail que la société peut assumer.

Utilisation d'encres à rayons d'électrons (EB) :

Les encres EB sont semblables aux encres UV, elles ne contiennent pas de solvants organiques et présentent les mêmes avantages que les encres ultraviolettes. Dans le procédé EB il y a un accélérateur d'électrons haut voltage qui dirige un faisceau d'électrons à travers le recouvrement, les adhésifs ou les encres. Il ne faut pas de photo-inciateurs car les électrons sont assez forts pour déclencher directement la réaction de solidification. Leur inconvénient est que les ouvriers doivent se protéger des rayons X générés.

Utilisation d'encres à base d'eau :

Les problèmes environnementaux des encres liquides à base de solvants ont permis de développer des encres à base d'eau (suspensions aqueuses pigmentées) qui peuvent contenir de 5 à 15 % de solvants organiques. L'emploi de ces encres permet de réduire considérablement les émissions de COV dans l'atmosphère.

Ces encres peuvent être appliquées sur des supports plastique, du carton ondulé ou du papier et dans différentes méthodes d'impression, principalement la flexographie et la rotogravure.

En général, avec les encres à base d'eau, il est plus difficile d'avoir une couleur uniforme dans un même tirage qu'avec une encre liquide conventionnelle. La couleur d'une encre dépend en grande mesure de sa viscosité, qui à son tour dépend de la teneur en solvant. Étant donné que l'eau s'évapore bien plus lentement que le solvant organique, la viscosité de l'encre varie moins. Cette uniformité dans la couleur suppose une réduction des déchets dus à une mauvaise teinte de la couleur.

Quant au nettoyage des machines, il faut dire que celui-ci est plus facile car, étant donné la nature de l'encre, les solvants organiques ne sont pas nécessaires. Ceci implique une réduction des coûts des produits de nettoyage et une minimisation de l'émission de COV, favorisant la préservation de l'environnement et de la santé des ouvriers.

L'offre des encres à l'eau est encore plus petite si on la compare à celle des encres à base de solvants. Quant à la qualité de l'impression il faut dire que ce sont des encres qui donnent moins de brillance que les autres et, en plus, elles produisent une plus grande abrasion et usure des cylindres de transfert d'encre de la presse. Le séchage de cette encre est plus lent et demande l'apport d'énergie externe. Cet effet peut être compensé en diminuant l'épaisseur de la pellicule des encres, en augmentant leur intensité et en imprimant sur des supports plus absorbants.

Même si les opérations de nettoyage sont plus simples, elles génèrent des volumes importants d'eaux polluées qui doivent être traitées correctement en séparant le polluant avant de les déverser. Les nettoyages doivent être très fréquents, étant donné qu'au moment du séchage, les encres à l'eau deviennent résistantes contrairement aux encres à base de solvants que l'on peut toujours redissoudre même si elles ont séché.

Solutions de mouillage alternatives combinées aux additifs :

La solution de mouillage s'applique pour humecter les plaques qui utilisent des encres grasses afin de les rendre repoussantes à l'encre dans les zones de non-impression. Une des composantes les plus habituelles de cette solution est l'alcool isopropylique (IPA), qui contribue le plus à l'émission de COV dans l'impression offset.

Le rôle que joue cet alcool est essentiel dans l'impression car il diminue la tension superficielle de la solution de mouillage en procurant une meilleure humectation des cylindres et de la plaque d'impression, et il augmente aussi sa viscosité en stabilisant la pellicule qui se forme sur la plaque. Il améliore également la proportion eau-encre en donnant une émulsion plus faible et il permet une plus grande évaporation de l'eau dans le système d'encrage à cause de sa volatilité.

En revanche, l'utilisation de l'alcool isopropylique engendre une série d'inconvénients. Le fait qu'il s'agisse d'un produit très inflammable engendre des problèmes de sécurité dans le stockage et, en plus, sa volatilité et nature confèrent, lors des expositions prolongées, une toxicité pour les ouvriers et leur milieu de travail.

À l'heure actuelle, on dispose de solutions de mouillage alternatives. Certaines de ces solutions ont remplacé l'alcool isopropylique par d'autres alcools, d'autres n'ont fait que réduire leur concentration jusqu'à 4-6 % et, finalement, il y a celles qui travaillent sans alcool. Il ne faut pas oublier, cependant, que cette solution alternative doit avoir toutes les propriétés qui répondent aux conditions requises par la technologie d'impression, de sorte à obtenir un produit d'une qualité adaptée à l'industrie sans toucher ni à l'économie ni au rendement.

L'application de la technologie d'impression avec réduction d'alcool dans la solution de mouillage demande toute une série d'observations préalables importantes, comme par exemple :

- Utiliser des cylindres mouilleurs spéciaux de sorte à ce que, en utilisant la nouvelle solution, les cylindres distribuent la solution de mouillage pour la plaque d'impression avec la bonne quantité et avec la plus grande uniformité. Ainsi, même si l'on réduit le volume d'alcool isopropylique, l'équilibre eau-encre est facilement assuré.
- Travailler avec une certaine concentration d'alcool exige un système de mesure et de dosage qui soit précis et qui ait une faible erreur maximum de mesure.
- Mesurer la conductivité pour évaluer la qualité et la constance de la solution de mouillage est indispensable pour obtenir de bons résultats d'impression.
- Réfrigérer la solution de mouillage à une température relativement basse, de sorte que la vitesse d'évaporation soit moindre. Comme orientation, le fait de baisser la température de 27 à 16° C réduit la consommation de 40 %. On conseille donc une température pour la solution de mouillage de 10 à 13° C. Il ne faut pas oublier cependant que les appareils de réfrigération doivent être vidés et nettoyés régulièrement, tous les 15 et 60 jours respectivement.
- Régler la température du groupe encreur permet de maintenir les conditions de tirage constantes, cependant ce réglage n'est pas obligatoire dans tous les cas.
- Maintenir une bonne qualité de l'eau est plus important que pour l'offset conventionnel, car si l'eau est excessivement dure ou pas assez, cela répercute directement sur le résultat final.

Pour réduire le taux d'IPA de la solution de mouillage, outre les observations précédentes, il faut se servir de l'additif adéquat. Cet additif doit avoir des propriétés humectantes, stopper la propagation de micro-organismes et garder un pH constant; il doit également maintenir les propriétés chimiques de la solution de mouillage. Savoir quel est l'additif adéquat pour une imprimerie est une tâche à faire cas par cas. Les différentes combinaisons testées dans différentes imprimeries démontrent que les résultats ne peuvent pas toujours être transférés des unes aux autres, c'est à dire qu'il n'y a pas d'additifs universels.

Par l'élimination ou la réduction de la concentration d'alcool isopropylique on peut réaliser une économie dans le coût de la solution de mouillage et même une économie d'encre, mais cela implique qu'il faille reconvertir la presse pour pouvoir travailler dans ces conditions. L'investissement pour réaliser cette conversion est très variable, c'est pourquoi on ne peut pas faire une estimation générique de sa rentabilité économique.

Utilisation de colles à base d'eau ou contenant moins de solvants :

On peut éviter l'émission de vapeurs de solvants en se servant de colles à base aqueuse. Dans le cas où ce ne serait pas possible, on peut aussi les remplacer par d'autres colles qui ont une teneur de solvant inférieure, comme par exemple les colles à deux composantes et les colles à application thermique, connues sous le nom de *hotmelt*.

6.1.2.2. Technologies ou méthodes plus respectueuses envers l'environnement

Un changement de technologie ou de méthode est une autre des alternatives utilisées pour réduire à la source la génération de courants résiduels. En général, ces modifications peuvent aller de petits changements qui peuvent être mis en place en quelques jours à bas prix, jusqu'au changement de méthode supposant un coût élevé, comme par exemple un changement de machines, de séquences de production, automatisation, etc. Voyons quelques exemples :

Programme pour la réception et le contrôle des tâches reçues sur support informatique :

Ce système permet d'assurer une bonne qualité de l'image avant que celle-ci n'arrive au service de pré-impression, diminuant ainsi le nombre d'erreurs dans les étapes suivantes. Cette diminution suppose une minimisation des déchets dans la production.

Il s'agit d'installer une application de software qui revoit les documents reçus des clients et qui est à même de détecter plus de 150 problèmes éventuels dans les fichiers, d'une façon toute simple et automatiquement.

À grands traits, cette application revoit les documents (créés avec QuarkXPress, PageMaker, Multi-Ad, Illustrator, Photoshop, FreeHand et PDF), elle vérifie tous leurs éléments tels que par exemple les couleurs, la police et les images, puis elle s'assure qu'ils soient valables.

Après cette vérification, elle émet un rapport avec les problèmes détectés, de sorte que ce procédé assure l'adéquation de l'information reçue pour assurer le processus productif suivant.

L'investissement pour adopter un software a un coût approximatif de 500 à 600 euros. Donc, si nous tenons compte qu'il peut arriver à faire gagner du temps, sa rentabilité économique semble presque immédiate.

Installation d'un système computer-to-film (CTF) et computer-to-plate (CTP) :

De ces deux systèmes c'est le *computer-to-plate* (CTP) qui se développe le plus, car il comporte une plus grande minimisation des courants résiduels et avec le premier on obtient une pellicule à partir de l'ordinateur mais avec le deuxième on obtient aussi directement, par des moyens informatiques, la plaque d'impression.

On est en train d'installer le système CTP d'une façon généralisée dans les ateliers d'imprimerie et des industries annexes d'une certaine taille et ce système représente, entre autres, les avantages suivants pour l'environnement :

- Suppression ou diminution importante de la consommation de pellicule et de tous les produits chimiques associés à son développement, ainsi que des courants résiduels générés.
- Suppression ou diminution de l'utilisation de produits chimiques associés au développement des plaques. Même si cela n'a pas été quantifié, on a remarqué dans les entreprises une plus grande effectivité dans la consommation de produits chimiques pour le développement des plaques. Comme cas extrême, et à part le propre système CTP, on peut aussi adopter un système thermique pour la fabrication des plaques. S'il en était ainsi, on éliminerait tout à fait la consommation de produits chimiques pour le développement.
- Diminution remarquable du besoin de refaire des plaques et, par conséquent, diminution des déchets générés à cause de cette répétition; on calcule, en fonction de l'expérience de certaines entreprises, qu'on peut diminuer ces répétitions de plaques jusqu'à 40 % à cause d'erreurs dans la façon de les faire (processus d'insolation, etc.) et jusqu'à 25 % à cause d'erreurs dans le contenu (motifs, textes, etc.).
- Suppression d'erreurs dans les opérations manuelles traditionnelles de pelliculage, de passage de la plaque, du fait de passer directement de matériel digital déjà imposé sur la plaque d'imposition.

L'installation d'un système CTP entraîne un changement important dans l'entreprise, tant au niveau des installations que pour la formation de postes de travail. Cependant, il ne faut pas oublier que l'installation du système CTP ne permet pas un abandon total car ce système ne dépend pas strictement de l'entreprise. Il dépend en grande mesure de la possibilité des clients de livrer les travaux sur support informatique.

Comme l'on peut l'apprécier dans l'exemple développé dans le dernier chapitre, la rentabilité économique de l'installation d'un système CTP dépend en grande partie de la disponibilité de volumes de travail très importants.

Utilisation de systèmes d'impression offset sans eau :

Il s'agit d'un processus en cours de développement applicable dans le système d'impression offset qui élimine le système d'humectation ou la solution de mouillage. Ce système demande :

- Utiliser une plaque d'impression recouverte de silicone qui remplace le milieu aqueux. Sous la couche de silicone il y a un photopolymère spécial réceptif aux encres.
- Être obligé de reformuler les encres, car l'eau n'est pas présente, la température du système augmente et les propriétés rhéologiques des encres changent.
- De reconcevoir les presses, en éliminant le système d'humectation et en ajoutant un système de contrôle de la température.

Les bienfaits pour l'environnement obtenus avec l'implantation de cette alternative consistent, d'une part, à éliminer la solution de mouillage avec tous les produits qui la composent (acides, bactéricides, fongicides, IPA, etc.) et par conséquent le courant résiduaire généré par son épuisement puis, d'autre part, à éliminer les émissions de COV.

L'absence d'eau dans ce système permet une minimisation des maculatures dues à l'équilibre eau-encre dans les systèmes conventionnels. Elle génère aussi une couleur plus brillante et plus consistante qui reste stable pendant tout le tirage. Par ailleurs, l'impression est lancée plus rapidement et, par conséquent, le temps de préparation du processus industriel est plus court.

Minimisation de la consommation de la solution de mouillage dans les machines offset :

En général, la solution de mouillage utilisée lors du processus d'impression offset recircule jusqu'à arriver à un niveau de détérioration où il faut la changer et ceci nuit visiblement à la qualité de l'impression.

La raison de la détérioration de la solution de mouillage est la pollution par les restes de papier et d'encre qui s'y déposent au cours de l'impression, en modifiant les niveaux de conductivité jusqu'à obliger à la changer.

À l'heure actuelle, il existe des filtres spécialement conçus pour améliorer le traitement de la solution, en évitant ainsi de changer trop fréquemment la solution de mouillage et en rallongeant ainsi sa vie utile et en minimisant la quantité de résidus liquides générés. Avec ce filtrage on arrive à diminuer les incrustations dans les machines et par conséquent on réduit l'entretien pour ce qui est du nettoyage des réservoirs et des conduits affins. Un filtrage correct de la solution de mouillage améliore aussi la stabilité de la conductivité, il élimine la formation de taches et réduit le graissage de la plaque d'impression.

Pour jouir de ces avantages, il faut accompagner l'implantation des filtres de certaines conditions de travail. Une bonne température de la solution et un changement régulier permettant des conditions de travail optimales peuvent supposer une économie de 50 % du volume de solution de mouillage utilisée et, par conséquent, une réduction de la quantité de traitement des eaux résiduaires. L'installation de ce système de filtrage est très conseillée car il s'agit simplement de la mise en place d'un filtre à cartouche qui se place dans l'appareil de réfrigération, à l'entrée de la solution recirculée.

Le prix de ce filtre est d'environ 700 euros par filtre et il a une durée de vie d'un à deux mois. Le coût annuel peut donc être d'environ 8 400 euros. La période d'amortissement dépend de la quantité de solution utilisée. Avec une réduction de consommation de solution on économise 50 % du coût annuel de la consommation de solution et, par conséquent, 50 % du coût de traitement de la solution résiduaire.

Élimination de l'alcool isopropylique dans la solution de mouillage :

Il existe sur le marché quelques technologies qui contribuent à avoir les propriétés nécessaires pour obtenir une impression offset sans alcool. Vous en trouverez des exemples ci-dessous :

- **Système de mouillage de nouvelle génération :** par un système de mouillage automatique de la solution on parvient à maintenir en permanence une fine pellicule d'eau sur la surface de la plaque.

Cette fine pellicule, nécessaire pour avoir une qualité constante pendant l'impression est obtenue par la pression exercée entre deux rouleaux (mouilleur et distributeur), qui sont en même temps lipophiles et hydrophiles. Ils créent entre eux une émulsion eau-encre qui est distribuée par le rouleau mouilleur à la surface, où sa sélection naturelle détermine la prise d'eau ou d'encre. L'excédent de solution est reprise par le rouleau mouilleur et retournée au réservoir de mouillage formé à la ligne de contact entre le rouleau mouilleur et le distributeur.

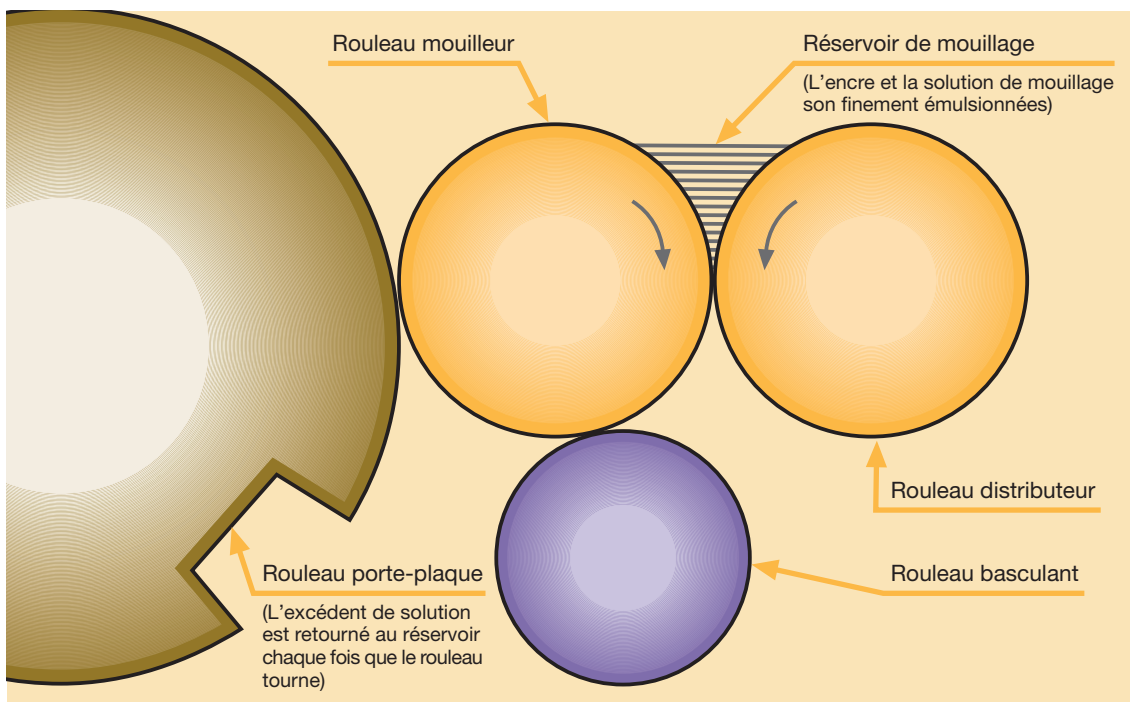


Schéma système de mouillage automatique

Un rouleau oscillateur se charge d'ajuster la distribution eau-encre et il ne faut que régler l'unité d'encrage en fonction de l'image. Ces rouleaux ont des caractéristiques de dureté et de finissage fixés de sorte à permettre d'assurer de façon précise, uniforme et constante la présence d'émulsion eau-encre sur la plaque.

L'utilisation de ces systèmes de mouillage est largement contrastée, mais il faut que cette installation soit complétée par une solution ayant une température, une conductivité et des additifs adéquats.

Ainsi, par ce système de mouillage on arrive à une économie avec une consommation minimum d'encre et d'eau, l'élimination de l'alcool isopropylique et la diminution des maculatures au départ. Le prix du système de mouillage va de 3 000 à 20 000 euros par couleur et ça dépend du type de presse. L'investissement pour réaliser cette conversion est très variable, c'est pourquoi on ne peut pas faire une estimation générique de sa rentabilité économique.

- **Oxygénation de l'eau** : cette technique consiste en l'injection d'oxygène dans la solution de mouillage afin que l'eau arrive à la plaque dans des conditions d'absorption d'O₂ optimales pour qu'elles entraînent, d'une part, une tension d'interface eau-encre égale ou inférieure à eau-alcool et, d'autre part, une pellicule suffisamment fine pour qu'il n'y ait pas

d'émulsion excessive. Par cette injection d'oxygène, on élimine l'alcool isopropylique de la solution de mouillage; il faut, cependant, ajouter un autre additif spécifique homologué par l'Institut Fogra qui ne contient pas d'alcool primaire ni secondaire et qui sert à ce que les valeurs de pH soient toujours ajustées. On obtient ainsi une solution de mouillage ayant une plus grande uniformité pour étaler l'encre sur la plaque ainsi qu'une pellicule plus fine et homogène. En plus, cette technologie permet un meilleur transfert et séchage de l'encre.

D'autre part, cette technique permet d'obtenir des couleurs plus vives sur le support imprimé, une économie d'encre de jusqu'à 14 % et une qualité d'impression supérieure à celle obtenue avec la solution de mouillage contenant de l'alcool isopropylique.

Un équipement à même de fournir aux rouleaux cette solution de mouillage pour une presse de 4-6 couleurs et sans appareil de réfrigération a un coût d'environ 12 000 euros. L'économie réalisée dépend, dans chaque cas, du coût des nouveaux additifs et de la quantité d'encre utilisée avec la nouvelle solution.

Installations de mesure de la couleur :

Même si le plus souvent le contrôle de la couleur tout au long du tirage est purement visuel, il est très important de pouvoir objectiver, à l'aide d'appareils, les lectures de la couleur de sorte à s'assurer qu'elle soit réellement correcte. Par ailleurs, il ne faut pas oublier que le fait de se servir d'appareils pour sa mesure permet de détecter des changements de couleur au cours du tirage avant que l'oeil humain ne puisse le faire, de sorte que ceci entraîne une production moins importante de déchets que si ce contrôle s'effectuait visuellement. Pour prendre ces mesures, on peut se servir de densitomètres, de colorimètres ou de spectrodensitomètres.

Tandis que le densitomètre mesure la quantité de lumière réfléchie par une image et le contrôle de la couleur se fait par comparaison avec les bandes de contrôle de couleur, le colorimètre est un instrument qui sert à mesurer et à identifier la couleur d'une façon absolue, non pas relativement, par réfléchissement sur l'original. Finalement, le spectrodensitomètre se caractérise par la mesure de la densité, le pourcentage de points sur des encres spéciales, et le contraste relatif d'impression.

Afin de prendre les mesures de couleur correctement et pour que celles-ci soient standard, il faut le faire à une température de la lumière de 5 000° K. Pour procéder à ces lectures, on peut avoir des tables ou des cabines d'éclairage standardisées qui ont ce type d'éclairage, de sorte que quand il faut vérifier la couleur, faire une lecture, etc., on porte l'imprimé sur la table et on procède à cette opération.

Le coût de ces appareils est environ le suivant :

Densitomètre :	500 euros
Colorimètre :	275 euros
Spectrodensitomètre :	450 euros

La rentabilité économique de ces appareils ne peut être calculée qu'a posteriori, car les économies faites pour chaque entreprise sont très variables.

Système automatique d'adjonction de solvants aux machines d'impression par rotogravure et par flexographie :

Les machines de flexographie et de rotogravure travaillent avec des encres nécessitant parfois un grand pourcentage de solvants; souvent les encreurs et les plateaux distributeurs d'encre des machines sont ouverts et permettent l'évaporation des solvants des encres jusqu'au point que celles-ci deviennent excessivement visqueuses. Il ne faut pas oublier que les changements de viscosité supposent un changement dans la teinte du produit final.

Ceci oblige à ajuster les taux de viscosité des encres tout au long du processus d'impression, opération qui bien souvent se fait manuellement en versant le solvant dans les encreurs des machines d'impression, ouverts pendant tout le processus d'impression.

Il existe ici la possibilité d'installer des systèmes d'adjonction automatique des solvants aux encreurs, de sorte à conserver le taux de viscosité et à minimiser la surface de solvant en contact avec l'air et donc, l'évaporation.

Pour la description générale à grands traits, ces systèmes sont composés d'une pompe qui prend le solvant d'un réservoir et le déverse dans l'encreur, un système de contrôle par compteur qui permet de connaître et de régler le débit de solvant qui est ajouté et une électrovalve qui ouvre ou referme le passage du solvant à l'encreur.

Dans cette description générale du système, il existe deux options. D'une part, il y a le système simple qui pourrait être assimilé de par son fonctionnement à un goutte à goutte et qui consiste à ajouter du solvant à un certain rythme réglable et à un débit constant. D'autre part, il y a le système où les mécanismes de contrôle ont, en plus, un viscosimètre qui permet de mesurer la viscosité de l'encre et, en fonction de la valeur de ce paramètre, il ajoute la quantité de solvant nécessaire.

Grâce à ce contrôle, on obtient une diminution de la consommation d'encre car alors que l'adjonction automatique conserve une viscosité constante et donc la tonalité de couleur souhaitée, les vérifications visuelles ne permettent de voir la tonalité de couleur qu'une fois que l'impression a été réalisée. Ceci veut dire qu'afin d'éviter les déchets pour des imprimés ayant une tonalité au dessous du standard de qualité, l'imprimeur essaie toujours de donner une tonalité par excès.

L'autre paramètre qu'il faut contrôler c'est la température de l'encre. La température de l'encre augmente à cause de la chaleur générée par l'imprimante et par le processus même d'impression. Cette augmentation de la température oblige l'imprimeur à ajouter des solvants plus souvent et en plus grande quantité, et par conséquent il est plus difficile de contrôler la viscosité. Pour éviter cet effet indésirable il est possible d'installer un refroidisseur d'encre.

Ainsi, les contrôles de viscosité et de température des encres d'impression améliorent la qualité de l'imprimé puisqu'ils assurent des tonalités exactes tout au long de l'impression, ce qui réduit, d'une part, les déchets générés à cause d'impressions défectueuses et d'autre part, la consommation de solvants et les émissions de COV car il y a une évaporation moins importante. Il s'agit d'une installation très simple qui donne de bons résultats. Sa rentabilité économique est présentée au chapitre suivant.

Installation d'encres à chambre fermée dans les machines de flexographie :

Il existe sur le marché des encres à chambre fermée pour les machines de flexographie qui font faire des bénéfices non seulement au niveau de la diminution des évaporations mais surtout au niveau de l'amélioration de la qualité des imprimés et pour la productivité des machines d'impression.

À grands traits, un encreur de ce type se compose de deux chambres, l'une d'approvisionnement et une autre d'épanchement d'encre, placées directement sur le cylindre anilox. Pour son fonctionnement l'encre est fournie à basse pression et d'une façon contrôlée sur le cylindre et, de par la pression de la chambre d'approvisionnement, elle est obligée de pénétrer dans les cellules tandis que l'excès est retiré vers la chambre de sortie.

Les avantages de ce système sont nombreux. D'abord, la diminution des évaporations suppose une meilleure atmosphère pour les ouvriers et une diminution de la pollution atmosphérique. Il apporte, ensuite, un transfert uniforme d'encre tout au long de l'impression (même lors des changements de vitesse) et un grammage de couleur égal et d'un plus grand niveau. Comme le transfert d'encre est réduit et contrôlé on peut aussi avoir des temps de séchage plus courts, ce qui augmente la vitesse d'impression et donc la productivité. Grâce à sa stabilité, ce système permet une pression douce et très légère aux points de contact entre le rouleau du porte plaque et le rouleau d'impression et le cylindre anilox. Ainsi, non

seulement on obtient une réduction du rebondissement dû aux cellules qui n'impriment pas, mais on a en plus des plaques d'impression qui donnent des zones claires plus nettes et une accumulation moins importante d'encre dans les cellules.

Il existe avec ça un système très rapide de nettoyage de tout le système d'impression avec lequel on réduit considérablement le temps quand on change de travail. Même si l'on peut obtenir une augmentation de la production de jusqu'à 9 %, sa rentabilité économique dépend en grande mesure de l'investissement nécessaire pour effectuer ce changement. Comme il s'agit d'un système où il faut faire des modifications importantes dans les machines existantes, l'investissement peut être considérable et variable en fonction du type de presse. Il convient, donc, d'implanter ce système dans de grandes machines à quatre ou six couleurs et ayant des volumes de travail importants.

Système Dispensing de dosage des encres :

Dans les entreprises d'imprimerie et des industries annexes, les opérations manuelles au moment d'approvisionner les presses en encre ou de faire des mélanges pour obtenir la couleur souhaitée est une pratique habituelle. Ces opérations sont une source d'erreurs, d'écoulements, de nettoyages excessifs et d'émissions de solvants importantes. Il existe, à l'heure actuelle, la possibilité d'incorporer un système automatisé de dosage de l'encre de sorte à disposer de la quantité et de la couleur d'encre souhaitée à condition que les réservoirs mère contiennent un volume suffisant et les encres de base.

L'automatisation du système de formulation des encres demande un logiciel de contrôle de la formulation du couleur, des réservoirs mère ayant les caractéristiques nécessaires et un système adéquat d'approvisionnement des composants de sorte à obtenir la formule de couleur avec la précision requise.

Ce système connu sous le nom de *Dispensing*, peut être installé tant pour l'impression offset que pour la flexographie, la rotogravure ou la sérigraphie, mais pour le rentabiliser il faut que la consommation d'encres soit importante. Outre son opérativité, le *Dispensing* permet de réduire la quantité de déchets d'encre dus à des erreurs humaines lors du dosage ou à des fuites par accident lors des transvasements. Il implique aussi une réduction importante dans la taille du dépôt car les réservoirs d'encre sont de 500 litres ou plus au lieu de 25, 10 ou encore plus petits, ce qui est la capacité des récipients habituellement utilisés et en plus il ne faut pas avoir un réservoir pour chaque couleur car les couleurs s'obtiennent à partir de mélanges entre les couleurs emmagasinées. Tandis qu'avec le système conventionnel on a un grand nombre de récipients vides avec des restes d'encre, avec le *Dispensing* non seulement les récipients sont plus grands, mais encore, en général, le fabricant des encres les reprend et les réutilise.

Il faut enfin citer, deux grands avantages du système *Dispensing*, le premier est qu'on peut éviter les émissions de COV lors de la préparation, puisque le système d'approvisionnement est hermétique, et le second est que ce système est à même de reformuler des encres à partir des excédents et par conséquent ces excédents sont récupérés. Comme l'on peut apprécier dans l'exemple développé dans le dernier chapitre, la rentabilité économique de l'installation d'un système de *Dispensing* d'encres dépend en grande mesure de l'économie d'encre que l'on fait.

Systemes de nettoyage d'outils ayant des restes d'encre :

Lors des différentes phases de manipulation des encres des différents processus de production de l'imprimerie et des industries annexes, tant la machine que les outils utilisés pour fournir l'encre se salissent et il faut les nettoyer.

Pour procéder à ce nettoyage et en fonction de l'encre utilisée on se sert d'un solvant ayant certaines caractéristiques. Ce liquide doit pouvoir dissoudre l'encre imprégnée sur l'objet à nettoyer.

Après avoir choisi le solvant, il faut définir la façon de procéder au nettoyage. En effet, certaines parties doivent être obligatoirement nettoyées sur place, à la main, mais il y en a d'autres qui ne sont pas fixes et que l'on peut mettre dans des machines à laver spécialement conçues à cet effet. Voyons quelques exemples :

- On peut, par exemple, minimiser le volume de récipients d'encre à gérer en tant que déchets en les nettoyant. On évite ainsi le problème d'avoir à gérer les récipients sales qui ne pouvaient pas être réutilisés et on peut même arriver à une valorisation postérieure en tant que ferraille ou en tant que plastique.

Quant à ce dispositif, il s'agit d'une machine conçue exprès pour nettoyer des récipients d'encre, qui est tout à fait manuelle et unitaire. Elle a deux éléments de fermeture hermétique normalisée, qui reçoivent le récipient à nettoyer avec une inclinaison de 45°.

Une fois le récipient introduit dans le réceptacle et grâce à un rinçage et à un lavage à l'aide d'une brosse, on le lave en quelques secondes avec le solvant du réservoir de la machine, ce qui permet de faire un rinçage postérieur dans un second temps.

Il s'agit d'une machine tout à fait indépendante et qui a un fonctionnement très simple; son installation ne suppose donc aucun problème. Elle est spécialement conçue pour de petits récipients et a un coût approximatif qui va de 6 000 à 9 000 euros.

Il faut envisager la rentabilité économique de l'installation d'une machine à nettoyer les récipients cas par cas, puisqu'elle dépend du nombre de récipients disponibles, des disponibilités de chaque entreprise en personnel et en temps pour réaliser ce lavage et des économies générées par la gestion postérieure.

Il ne faut pas oublier qu'en fonction du temps passé par le personnel à ce nettoyage, la rapidité à nettoyer le récipient avant que l'encre ne sèche ou la qualité du nettoyage on peut arriver à des niveaux de nettoyage pour que l'entreprise puisse valoriser les récipients sans aucun problème. Si ce nettoyage est insuffisant, sa gestion ne supposera qu'une réduction du coût.

- Un autre exemple est le nettoyage des racles de manipulation des encres grasses en offset. La fonction de ces racles est de prendre l'encre, de la mélanger, et de la déposer dans les encreurs, etc. Normalement il y a une racle pour chacune des couleurs avec lesquelles on travaille et, surtout dans les entreprises où l'on travaille avec beaucoup de couleurs différentes, la nécessité de nettoyer ces racles se fait très importante.

Le nettoyage des racles se fait en les lavant avec des chiffons qui sont imbibés de solvant, ce qui fait qu'il y ait un grand nombre de chiffons sales. Pour minimiser ce courant il y a la possibilité d'installer un petit appareil de nettoyage des racles. Ces appareils fonctionnent avec des brosses qui lavent les racles et avec un solvant qui recircule pour les nettoyages successifs, de sorte que la quantité de déchets générés est très faible. L'installation de ce petit appareil est très simple et elle n'implique aucun problème de fonctionnement. Sa rentabilité économique est développée au chapitre suivant.

- Il existe aussi des tunnels de lavage ou des chambres automatiques de lavage où l'on introduit manuellement les encreurs et d'autres parties des machines d'impression, qui sont disposés sur des glissières qui permettent le mouvement de la pièce pour que le nettoyage soit plus efficace. Une fois à l'intérieur, les pièces sont nettoyées par la pulvérisation d'un dissolvant adéquat pour dissoudre l'encre imprégnée jusqu'à ce que les différentes pièces soient propres.

En plus, le tunnel de lavage contient dans sa partie supérieure, un système de récupération de gaz et une tour de réfrigération où se condensent les vapeurs générées lors du lavage. Le solvant sale est conduit directement vers le distillateur, où il sera récupéré pour être à nouveau utilisé pour le nettoyage.

Le nettoyage des différentes pièces dans les machines automatiques minimise la consommation de solvants organiques, car ils sont récupérés par la suite ; mais il minimise aussi la concentration de COV dans l'atmosphère, car le lavage se fait dans des chambres fermées.

6.1.2.3. Bonnes pratiques environnementales

Outre les alternatives de réduction des courants résiduels proposées dans ce chapitre, il y a aussi tout un ensemble d'habitudes personnelles et collectives qui font que l'attitude de chacune des personnes qui forment une organisation permette de réaliser une bonne gestion environnementale pouvant minimiser l'impact sur l'environnement de notre activité industrielle. L'implantation de bonnes pratiques environnementales comporte toute une série de bienfaits comme par exemple une économie financière venant de la rationalisation de l'utilisation de certaines ressources (eau, gaspillage de matières premières, etc.) et la minimisation de la génération de courants résiduels. Dans la plupart des cas, les bonnes pratiques peuvent être mises en place à peu de frais et par conséquent avec un amortissement rapide de l'investissement.

Voyons quelques exemples :

Bonnes pratiques environnementales dans le processus de pre-impression :

Pour les processus de développement manuel des pellicules, la vie utile des produits chimiques utilisés dépend principalement du niveau d'utilisation et du temps d'exposition directe à l'air (oxydation du révélateur). Pour réduire le contact avec l'air, on peut placer un couvercle flottant en plastique de la grandeur des dimensions internes de la cuvette contenant le révélateur. On peut ainsi obtenir une augmentation de la vie utile du révélateur de jusqu'à 50 %.

Contrôle de la qualité des processus de production pour minimiser les déchets d'impression :

La minimisation des déchets générés dans tout le processus de production peut constituer une économie importante. Cette économie peut se faire de trois manières :

- Minimisation de la quantité de matières premières utilisées.
- Minimisation de la quantité de courants résiduels générés et, par conséquent, il faut en traiter moins par la suite.
- Amélioration dans le rendement des machines d'impression.

En fait, même si les déchets ne sont pas les courants résiduels les plus conflictuels de la production du point de vue du risque de pollution, c'est un de ceux qui engendrent le plus de frais pour l'entreprise (non pas tant si nous songeons aux coûts de leur gestion, mais si nous tenons compte des pertes du temps de production, des coûts des erreurs, etc.).

Dans ce sens, on propose plusieurs solutions qui sont toutes étroitement liées au contrôle de la production et de la qualité du processus, dans le fond, et en ce qui concerne ces déchets, leur minimisation implique obligatoirement une amélioration dans les processus de production. Voyons quelques exemples :

Échelles de contrôle dans la préparation de plaques offset :

Les échelles de contrôle servent à vérifier la qualité de la plaque et à détecter la présence de défauts, ou le fait qu'elles aient été préparées correctement. Dans ce sens, et comme dans le monde de l'imprimerie et des industries annexes on travaille souvent artisanalement, chacun prépare ces plaques uniquement en fonction de son expérience personnelle, sans prendre des mesures de contrôle objectives permettant d'assurer leur qualité. La vérification que la préparation des plaques soit correcte peut se faire en réalisant régulièrement des mesures avec les échelles UGRA et KKS.

On se sert de l'échelle de contrôle UGRA pour le contrôle du point de la plaque, aspect qui est étroitement lié au contrôle de son exposition correcte. Elle permet aussi d'obtenir la perte pourcentuelle par rapport au point de départ pendant le processus d'insolation et d'assurer un niveau spécifique d'affinage de la plaque. Cette échelle est une pellicule avec différentes images de contrôle (échelle de tonalités continues, images de microlignes, etc.). Pour son fonctionnement normal, cette échelle se place sur la plaque et l'on réalise différentes expositions jusqu'à arriver au niveau d'insolation que l'on juge bon. Même si souvent il peut sembler que ce niveau soit facile à déterminer, dans la pratique habituelle, il peut se présenter des problèmes venant du type de plaque avec laquelle on travaille, ainsi que de l'état de conservation de la lampe d'insolation.

D'autre part, l'échelle KKS permet de savoir si le niveau de vide obtenu dans le cadre de l'insolatrice est correct. Dans ce cas, l'échelle a trois points avec une certaine épaisseur, enveloppés d'une échelle de mesure. Pour son utilisation normale, on la place sous la plaque pendant l'insolation et, en fonction de l'intensité du vide créé dans le cadre de l'insolatrice, l'échelle se révèle plus ou moins brûlée.

Grâce à ces contrôles les déchets dus à des plaques défectueuses sont réduits et l'on évite de se lancer dans l'impression avec des plaques n'ayant pas la qualité voulue. Il faut protéger ces bandes et les manipuler très soigneusement. Il faut aussi les changer au fur et à mesure qu'elles vieillissent. Leur coût est d'environ 100 € pour chaque bande de KKS et de 175 € pour les UGRA. En tenant compte de l'économie de temps et de déchets de production que cela peut supposer, leur rentabilité économique est assurée.

Éclairage de la zone de préparation des plaques offset et des écrans de sérigraphie :

Souvent, tant pour préparer les plaques offset que surtout pour préparer les écrans de sérigraphie, on se sert d'émulsions photosensibles qui durcissent sous l'effet de la lumière. Dans ce sens, il est important d'éclairer ces zones avec un éclairage jaune, de sorte que même si celui-ci travaille sur les émulsions, il n'y ait pas de durcissements non nécessaires.

Il ne faut pas oublier que si la lumière blanche ou bleue agit sur les émulsions une fois appliquées, il peut se produire des durcissements non nécessaires, ce qui oblige à faire des corrections ou à refaire les plaques et les écrans ou même, si le contrôle de qualité des plaques avant de passer au service d'impression n'est pas assez soigné, il faut arrêter le tirage pour pouvoir faire les corrections nécessaires ou refaire les plaques.

Logiquement si ceci se produit, ça entraîne une perte de matériel et de temps qu'il faut à tout prix éviter.

Amélioration des cartes Pantone et des bandes de contrôle de la couleur :

On se sert d'échantillons de référence de couleur dans de nombreuses entreprises pour pouvoir ajuster la couleur ou vérifier que la couleur imprimée soit la bonne. Cette vérification se fait par comparaison, qu'elle soit purement visuelle ou faite à l'aide d'un appareil spécifique pour mesurer la couleur. On se sert des cartes Pantone, que l'on peut considérer comme un catalogue qui contient toutes les couleurs spéciales, pour faire les vérifications de couleur et elles constituent un repère pour pouvoir ajuster les couleurs au début du tirage. C'est à dire qu'au début du tirage on ajuste la couleur par comparaison avec la couleur de la carte jusqu'à ce que l'on arrive à la même couleur et c'est alors que l'on commence le tirage. À partir de ce moment, les couleurs sont ajustées au cours de l'impression en les comparant à la première feuille qui devient la feuille de référence.

Il faut donc conserver ce guide en parfait état car si la couleur n'est pas la bonne, la première feuille qui agit comme feuille repère, n'aura pas la bonne couleur ce qui supposerait une série de déchets peu souhaitables.

On se sert aussi de bandes de contrôle de la couleur pour vérifier et pour ajuster, le cas échéant, la couleur des imprimés tout au long du tirage. Il faut donc aussi conserver ces bandes en bon état, car elles se détériorent petit à petit à l'usure et à cause de l'éclairage. Évidemment, dès que les échantillons de référence sont en mauvais état il faut les remplacer par des neufs. Ceci se produit assez régulièrement.

Le prix des guides Pantone est d'environ 120 € et la durée de vie qui est conseillée est de deux ans. Pour leur part, les bandes de contrôle de la couleur ont un prix d'environ 200 € et une durée de six mois.

Finalement, il faut ajouter que tous les outils pouvant entraîner une économie de déchets dans la production, et par conséquent, une économie de temps pour refaire, peuvent aussi supposer une économie financière.

Mesure de la conductivité de la solution de mouillage dans l'impression offset :

Dans le processus d'impression offset, l'un des points délicats est la solution de mouillage car la qualité finale de l'impression dépend en grande partie de son bon état et de son efficacité. Afin de pouvoir contrôler l'état de la solution tout au long d'un tirage, et mis à part le fait qu'il puisse y avoir un contrôle visuel permettant de détecter à un moment donné une diminution de sa qualité, il faut avoir un conductimètre et pouvoir ainsi prendre régulièrement des mesures de la conductivité.

Cette mesure aide à évaluer la qualité et la constance de la solution de mouillage. Par exemple, si la conductivité augmente ça peut vouloir dire que la solution est très sale et que les propriétés physicochimiques ont été modifiées car elle contient d'autres substances. Ainsi, si cette variation est supérieure à 600 mW, il est bon de changer la solution ou de la régénérer car les mauvaises conditions de la solution répercutent sur la qualité de l'impression.

L'installation de cet appareil peut éviter des déchets non souhaités venant d'une mauvaise qualité de la solution de mouillage. Le prix de cet appareil peut être d'environ 600 €, et il permet aussi de mesurer la température de la solution et son pH. La rentabilité économique de l'installation de cet appareil ne peut être calculée qu'a posteriori, car les économies réalisées dans chaque entreprise sont très variables.

Conditionnement du support d'impression préalable :

Généralement le support d'impression est rangé dans les magasins jusqu'au moment de s'en servir et c'est alors qu'il passe à la zone d'impression. Il existe normalement une différence d'humidité et de température entre la zone du magasin et la zone d'impression. Ceci peut facilement entraîner des mouvements du support (principalement le papier, le carton et autres supports de ce type) du genre contraction - dilatation au cours de l'impression, et il y aura donc des mouvements du registre et par conséquent il se générera un produit erroné qu'il faudra retirer.

On peut éviter ce type de déchets si avant l'impression, on permet une acclimatation du support pour ce qui est des paramètres de température et d'humidité. Dans ce sens, il est important de ne pas oublier certains points :

- D'une part, si le support est emballé dans le magasin et il n'est déballé que juste avant l'impression, l'emballage protège le matériel et il le protège non seulement de la température et de l'humidité mais aussi d'éventuels problèmes d'éraflures, de chutes, etc.

- D'autre part, il est intéressant chaque fois que ce sera possible de rentrer le matériel dans la zone d'impression un peu avant son utilisation, de sorte à ce que celui-ci s'adapte aux conditions de température et d'humidité de cette zone pour qu'il ne subisse pas de mouvement au moment d'entrer à l'impression. La période de temps conseillée pour éliminer les déchets générés par cette cause peut être de 24 à 48 heures.

Élimination de poussière de la surface du support avant l'impression :

La présence de poussière à la surface du support est responsable de déchets importants dans l'impression de matériaux type carton, car la poussière qui est à la surface du support fait que des bouchons se forment au moment de l'impression, ce qui entraîne des défauts de qualité de l'impression qui obligent à recommencer, à arrêter la machine, etc.

Avec l'installation d'aspirateurs à l'entrée du support à la machine, qui aspirent la poussière sèche qui se dépose à la surface, on peut minimiser la formation de défauts éventuels. Le prix approximatif pour chaque machine d'impression est d'environ 21 000 €.

Réutilisation des macules :

Lors du tirage il existe des phases où il se produit des impressions défectueuses appelées macules qu'il faut retirer de l'ensemble des documents imprimés ce qui fait donc partie des déchets de production.

En général, les macules sont gérées directement comme des déchets sans réaliser aucun type d'opération. Cependant, il y a ici la possibilité de tirer parti de ces macules pour ajuster la couleur au début des tirages postérieurs. Ceci doit permettre de minimiser l'ensemble des déchets lors du tirage et de mieux ajuster la quantité de support nécessaire à chaque travail. Il ne faut pas oublier que l'on pourra en tirer parti à condition que la feuille soit dans de bonnes conditions (elle ne peut pas être froissée, déchirée, sale, etc.).

Amélioration dans la préparation de la couleur :

Traditionnellement la préparation de couleurs spéciales se fait manuellement à partir d'autres couleurs et en prenant pour méthode celle qui est plus facile avec les instruments dont on dispose, ou bien celle que l'on a apprise dans l'entreprise à partir de la pratique de tous les jours pour cette opération.

Ces préparations ne sont cependant pas toujours aussi précises ou sûres qu'il le faudrait, ce qui peut entraîner, d'une part, une plus grande perte de temps tant pour la préparation que pour l'ajustage postérieur de la couleur au début du tirage et, d'autre part, toute une série de déchets de production qui pourraient être épargnés avec un meilleur contrôle de l'opération.

Dans ce sens, il est conseillé d'adopter une méthodologie de travail qui commence par se servir d'une balance de précision afin d'avoir les proportions d'encre de base pour la préparation de la couleur, de sorte que les proportions de chaque encre à ajouter soient aussi exactes que possible; on se sert ensuite de la colorimétrie et de la réalisation de tests préparés lors de la préparation de la couleur, de sorte à obtenir le résultat souhaité dans un temps plus court et avec une consommation moindre de matériel; ceci se termine enfin par une prise de données colorimétriques comme par exemple les proportions utilisées et la méthode à suivre pour obtenir ce résultat de sorte que la fois suivante où il faudra la même couleur pour le même client, on obtienne le même résultat le plus rapidement possible.

Réalisation du test d'Ishihara pour les personnes impliquées dans la préparation et le contrôle de la couleur :

Pour réaliser une estimation correcte de la couleur par tous les ouvriers ainsi que par toutes les personnes impliquées dans la préparation de la couleur dans les entreprises d'imprimerie et les industries annexes, il faut que ces personnes ne soient pas daltoniennes. Ceci est particulièrement important dans le cas des entreprises où l'estimation de la couleur se fait de façon purement visuelle.

Grâce au test d'Ishihara on peut détecter les indices de daltonisme. Ce test consiste à voir toute une série de planches avec des images en couleur. Lors de ce test les personnes ayant une vue normale voient toutes les planches facilement, tandis que celles qui ont des troubles pour les couleurs présentent des difficultés au moins pour certaines images. Dans ce cas, il faudra agir en conséquence.

Planification des travaux et création d'un registre des déchets :

En général, une bonne planification des travaux est essentielle afin de connaître et d'ajuster les déchets ainsi que pour pouvoir détecter des facteurs entraînant une augmentation inattendue de ces déchets et par conséquent pouvoir réagir avec une certaine célérité à ce moment.

Pour faire cette planification il est important de créer un registre des déchets générés où sera portée la quantité de papier perdue, la cause de cette perte, la personne responsable, les surplus d'encre consommées et par conséquent de récipients, les solvants utilisés, etc.

Il s'agit normalement de créer un registre qui permette de connaître à tout moment les causes des pertes de matériel et qui sert de base pour pouvoir entreprendre des actions d'amélioration dans ce sens.

Même s'il ne s'agit pas là d'une action qui va faire diminuer directement les déchets de production, elle crée cependant un milieu de gestion favorable.

En fait, il s'agit là d'un point dont tienne déjà compte toutes les entreprises qui disposent de Systèmes de Gestion de la Qualité et de Systèmes de Gestion Environnementale. Il faut, cependant qu'il s'agisse de documents dynamiques sur lesquels on puisse établir facilement des objectifs d'amélioration et qui permettent à l'entreprise de progresser dans un cercle d'amélioration continue.

Élimination des arrêts systématisés :

Il s'agit là d'un point essentiel qu'il ne faut pas oublier car chaque fois que les machines s'arrêtent elles génèrent toute une série de déchets plus ou moins importants qui vont faire partie de l'ensemble des déchets. Il ne faut pas oublier qu'au moment de remettre les machines en marche, il faut de nouveau ajuster les paramètres d'impression, la couleur et la viscosité des encres, etc.

Pour pouvoir éliminer les arrêts systématisés et obligatoires du personnel, les entreprises qui le font encore, doivent se planifier et s'organiser pour créer des équipes, de sorte qu'à tout moment il y ait quelqu'un pour s'occuper de l'impression, sans qu'il faille arrêter la machine.

Entretien des machines et nettoyage de la zone d'impression :

Le dernier point de ce résumé de possibilités visant à améliorer le contrôle de production et la qualité du processus, a un rapport avec l'organisation interne d'un programme d'entretien préventif et de nettoyage de la zone d'impression.

D'une part, il est intéressant de concevoir un programme d'entretien des machines de sorte que, régulièrement on procède à un contrôle et à un entretien à différents niveaux. On réduira ainsi toute une série de déchets générés par l'urgence de réparer la machine au moment où se produit le problème et non pas de façon préventive.

D'autre part, le nettoyage des zones d'impression devient un aspect important dans l'amélioration de la qualité des impressions et dans la minimisation des déchets générés. Le fait que la zone de travail soit sale peut nuire à l'impression car à tout moment la poussière qui est par terre et sur les objets peut produire des défauts dans l'impression, créer des bouchons, etc. On pense donc qu'il est bon d'encourager le nettoyage général de toute la zone de travail et une bonne solution est que les ouvriers eux-mêmes s'occupent habituellement de cette tâche. Il est donc préférable de procéder au nettoyage des machines ou de la zone de travail pendant et après leur utilisation, en se servant de petites quantités de produit pour nettoyer à plusieurs reprises, au lieu d'utiliser la totalité du produit d'un coup. Par ailleurs, un nettoyage régulier évite surtout que les restes d'encre ne sèchent. Ainsi, le premier nettoyage peut être fait à sec, en réservant l'adjonction de produits de nettoyage pour le nettoyage final.

Changements dans la gestion des achats des matières premières :

Une nouvelle orientation dans la gestion des achats des matières premières peut contribuer à minimiser les courants résiduels. En fait, la production d'emballages vides dans toutes les entreprises d'imprimerie et les industries annexes, après avoir utilisé les matières premières qu'ils contiennent, atteint un volume considérable. Très souvent, et pour des raisons purement pratiques, les produits à utiliser (notamment les encres et les solvants) sont achetés dans des récipients relativement petits par rapport à la consommation que l'entreprise fait de ces produits, et une fois vides il faudra les gérer comme des déchets. Ceci a une répercussion encore plus grande dans le cas des encres, surtout si l'on se sert de couleurs spéciales non réutilisables.

Ainsi, alors que la consommation de matières premières par petits volumes implique certains avantages, comme par exemple des transvasements plus aisés, la garantie de non obsolescence des produits, ou une moindre perte de matière dans le cas où il se produirait une fuite dans le récipient, c'est vrai qu'elle complique bien la gestion des déchets car elle se traduit par la production de beaucoup de petits récipients.

Par contre, si l'achat se fait dans de grands récipients, il y a peu de récipients d'un grand volume que souvent le fournisseur lui-même récupère et ainsi on réduit beaucoup et l'on élimine même dans certains cas leur gestion.

En plus, et mise à part cette meilleure gestion des déchets, on peut aussi arriver à une meilleure gestion des matières premières car on profite mieux des produits contenus dans de grands récipients, et la gestion dans les dépôts est plus facile.

Ceci dit, il n'y a plus qu'à espérer une rentabilité économique avec l'adoption de cette mesure, rentabilité qui peut être estimée dans chaque cas a posteriori. Il ne faut cependant pas oublier que toutes les entreprises ne peuvent pas procéder à ce changement pour l'achat de tous les produits utilisés. Ceci dépendra toujours de facteurs tels que le stockage, le volume de consommation du produit dans l'entreprise, de sa date de péremption, etc.

Mesures de protection face aux fuites ou déversements éventuels :

Il est très important dans le cas de stockage de liquides de prendre des mesures de protection face aux fuites éventuelles et aux déversements.

Dans ce sens, il faudrait que les entreprises veillent à :

- Concentrer tous les produits liquides dans une seule zone (dépôt de produits chimiques, liquides ou inflammables) correctement dimensionnée en fonction des besoins de l'entreprise et pourvue des mesures de sécurité nécessaires, isolée du reste de l'atelier et avec un système de ramassage des liquides dans le cas d'une fuite ou d'un déversement éventuels.

- Bien identifier chaque produit, que ce soit une matière première ou un résidu liquide, de sorte à ce qu'il soit correctement étiqueté avec le nom du produit qu'il contient et des idées générales sur son danger et sur les précautions à prendre lors du stockage et de la manipulation.
- Définir une zone précise, délimitée et signalisée pour faire les transvasements les plus importants en prenant les mesures nécessaires de protection et d'action face à d'éventuels incidents.
- Signaler les différents conduits internes de liquides ou de gaz de sorte à pouvoir savoir immédiatement quel peut être le problème dans le cas où il y aurait une fuite.
- S'il faut des bidons avec des produits liquides ailleurs dans l'entreprise, il faut les placer à un endroit suffisamment grand pour éviter des collisions et sur des cuvettes de rétention adaptées permettant de recueillir au moins le volume d'un des réservoirs qui se trouvent dessus.

En tous cas, il s'agit d'assurer qu'aucun des liquides qui pourraient se déverser à l'intérieur de l'entreprise ne puisse arriver au sol ni aux égouts, en évitant ainsi le risque de pollution du sol.

Diminution de la surface de contact du solvant avec l'air :

L'évaporation de solvants dans les entreprises qui travaillent par flexographie ou par rotogravure peut atteindre des niveaux importants. Ainsi comme l'on travaille avec des encres liquides et que les encres sont normalement ouverts, il faut ajuster sans cesse la viscosité des encres car les solvants s'évaporent.

En fait, il est fréquent de trouver sur toute la zone de travail des récipients de solvants ouverts car il est plus facile ainsi de s'en servir soit sous forme liquide soit appliqués sur des chiffons pour le nettoyage. Ceci se traduit finalement par la production de vapeurs de solvants qui restent sur la zone d'impression et qui peuvent atteindre des concentrations considérables et représenter une perte importante de produit.

Dans ce sens, on propose de prendre la bonne habitude de refermer les récipients chaque fois que l'on s'en sert. Ainsi les économies réalisées simplement sur une consommation inférieure de solvants peuvent être considérables.

Contrôles sur certains paramètres de production :

Il existe différents paramètres qu'il faut contrôler afin d'assurer que le travail se fait de la façon la plus efficace possible. Ces paramètres peuvent être très nombreux et très différents, selon la façon de travailler et les besoins spécifiques de l'entreprise; nous en citerons surtout trois de par leur importance :

- *Contrôle de la consommation de solvants* : un des produits qui se consomment le plus dans les imprimeries est, mis à part les supports et les encres, les solvants pour la dilution des encres et leur nettoyage. Ce point qui, bien entendu, devient plus important dans les entreprises de rotogravure et de flexographie est important car il permet de connaître les différents usages des solvants et les quantités pour chacun de ces usages et, à partir de là, fixer des objectifs et/ou des mesures de réduction dans leur consommation.
- *Contrôle des coûts des tirages* : étroitement lié au point de repère de la réduction des déchets de production, le fait de connaître plus ou moins exactement les coûts des tirages doit permettre d'évaluer économiquement les pertes qui se produisent et donc, de pouvoir définir sur une base claire et réelle les réductions possibles. Les entreprises qui disposent d'un système de gestion de la qualité font déjà un contrôle des coûts de leurs tirages.
- *Contrôle des points concernant l'environnement* : exactement comme pour les cas précédents, le fait de connaître les facteurs relatifs aux diverses tâches permet de fixer des objectifs d'amélioration. Dans ce sens, le fait de connaître les paramètres environnementaux qui concernent le tirage doit permettre de les améliorer, en se basant toujours sur une connaissance précise de l'aspect concret que l'on veut améliorer.

Bonnes pratiques génériques :

Nous décrivons ci-après, de façon générique, une série de bonnes pratiques qui peuvent aussi supposer une réduction de la consommation de matières premières, ainsi que la minimisation de la production de courants résiduels.

Ces recommandations sont structurées en sections de travail où l'on décrit les bonnes pratiques génériques que l'on peut mettre en oeuvre.

BONNES PRATIQUES : ACHAT - DÉPÔT

- Vérifier les matériaux avant de les accepter.
- Implanter des systèmes de production agile avec réduction des stocks pouvant périmer.
- Au moment d'évaluer le coût d'une matière première il faut tenir compte des critères écologiques.
- Décrire les normes de sécurité et d'action en cas d'urgence avec des feuilles de sécurité pour la manipulation, le transport et le stockage correct des différentes substances.
- Avant d'acheter ou de louer des machines il est bon de comparer la consommation d'énergie de modèles semblables venant de fabricants différents.

BONNES PRATIQUES : PENDANT LE PROCESSUS

- Récupérer l'encre utilisée lors du processus d'impression : les restes d'encre peuvent être mélangés pour former des encres noires qui peuvent servir plus tard à des applications spécifiques.
- Séparer et recycler les restes de pellicules photographiques et de papier venant de la photomécanique.
- Il faut traiter les eaux de rinçage contenant des révélateurs, ou à défaut, les récupérer séparément comme eaux résiduaires et les gérer correctement.
- Les plaques d'impression peuvent être réutilisées ou recyclées.
- Afin de minimiser les émissions de composants organiques volatiles on peut enfermer la machine d'impression, en combinant les processus d'épuration de l'air.
- Pour diminuer le niveau de bruit il est conseillé de recouvrir les machines d'impression tout au moins en partie.

- Avoir sur les machines d'impression des récipients de récupération des écoulements d'encres.
- Trier les déchets générés lors de toutes les opérations.
- Faire des guides ou des manuels d'opération et d'utilisation des matériaux et des machines.
- Tenir un registre de données sur la production de déchets, le déversement des eaux et les émissions atmosphériques de chaque opération et son coût.
- On peut contribuer à la réduction de déchets en analysant le bien-fondé de l'utilisation de sous-produits et la possibilité de retraiter les produits qui n'ont pas eu une qualité optimale.

BONNES PRATIQUES : ENTRETIEN

- Se servir de notices d'opérations et d'entretien conseillé par le fabricant des machines et des appareils.
- Procéder à des inspections fréquentes de l'installation de plomberie pour détecter des fuites et donc économiser sur les consommations pour pannes.
- Faire un dossier sur les machines.
- Faire un suivi de l'évolution du coût d'entretien pour chaque machine, y compris les déchets et les émissions produites.
- Vérifier le respect des normes de sécurité.
- Trier les déchets suivant si l'on peut les recycler ou pas.
- Se servir de moyens mécaniques pour nettoyer les installations (brosses, balais), l'on minimise ainsi la consommation de liquides associés aux activités de nettoyage.
- Éviter de déverser n'importe quel déchet ou eau polluée dans le système intégral d'assainissement.
- Réutiliser les chiffons de nettoyage.

BONNES PRATIQUES : BUREAUX - SERVICES GÉNÉRAUX

- Faire un bilan d'eau dans l'entreprise, en déterminant les débits d'entrée et de sortie, ainsi que les besoins.
- Minimiser le nombre d'heures de fonctionnement du chauffage et de l'éclairage en plaçant des automatismes qui contrôlent leur mise en route.
- L'isolation thermique des bâtiments, notamment des fenêtres des bureaux, permet une économie d'énergie considérable car il évite les pertes de chaleur l'hiver et de froid l'été.
- Faire des campagnes de sensibilisation auprès des ouvriers de sorte qu'au moment de réaliser leur travail ils essaient d'économiser de l'énergie.
- Se servir de papier écologique ou recyclé pour les lettres, les factures, le papier d'ordinateur, les carnets de notes, etc.
- Dans les bureaux on peut se servir du papier recto-verso et réutiliser les enveloppes pour le courrier interne.
- Si l'on fixe quel papier on fait servir et quel est le pourcentage que l'on recycle, on pourra fixer des objectifs de réduction des déchets générés dans cette zone.
- Si l'on place des minuteurs qui assurent l'arrêt de l'éclairage après un certain temps (toilettes, vestiaires) ou des détecteurs de présence qui activent ou désactivent l'éclairage dans les couloirs, on arrive à réduire considérablement la consommation d'électricité.

6.2. ALTERNATIVES DE RECYCLAGE À LA SOURCE

Après avoir appliqué les formes possibles de réduction à la source, on envisage comme une deuxième option, le recyclage à la source, c'est à dire la réutilisation du courant résiduaire qui inévitablement s'est produit lors du processus même ou dans l'établissement qui l'a produit. Voyons quelques exemples :

Installation de machines de récupération et de recyclage des bains utilisés lors du développement des pellicules :

Lors du développement des pellicules, il existe des options de minimisation qui consistent à installer des machines de récupération et de recyclage des bains utilisés, pour les réutiliser par la suite.

Le principal appareil serait celui de minimisation du fixateur et de récupération de l'argent des pellicules car l'argent est l'élément le plus polluant que l'on trouve dans les solutions, à part que, comme il est versé dans l'eau de nettoyage, il la pollue et fait qu'elle doit être traitée plus tard comme déchet. Pour son fonctionnement, l'unité de récupération est reliée en ligne avec le bac du fixateur, elle récupère l'argent par un processus d'électrolyse et fournit le fixateur traité à la machine pour développer les pellicules. On parvient ainsi à rallonger la vie utile du fixateur et par conséquent on réduit la quantité de résidus liquides générés d'environ 50 % et en plus on évite la pollution de l'eau de nettoyage avec de l'argent. À part l'électrolyse il y a d'autres techniques de récupération d'argent qui comprennent la précipitation, l'échange ionique, l'osmose inverse, l'évaporation, etc.

Il existe aussi sur le marché des appareils pour récupérer le révélateur des pellicules et des systèmes de recirculation et de traitement de l'eau de nettoyage, mais ils doivent être installés quand l'appareil de minimisation de fixateur et de récupération d'argent ne permette pas à lui seul de conserver les paramètres de déversement d'eaux résiduaire sous les maximas légaux fixés. L'unité de filtrage est reliée au bac de développement du processeur automatique, afin de rallonger la vie utile du révélateur et de diminuer la quantité de produits chimiques qui sont consommés pour que la concentration reste stable. Dans ce cas, la réduction des coûts viendrait des réductions de consommation du révélateur et des coûts de gestion du bain épuisé.

Système de filtrage des bains utilisés pour développer les plaques offset :

De même que pour développer les pellicules, dans le cas des plaques on se sert aussi d'une machine à développer qui, dans ce cas, contient un bain de développement, un rinçage ou un lavage à l'eau fraîche et un bain en caoutchouc pour protéger la plaque jusqu'au moment où elle est utilisée.

Il existe donc plusieurs possibilités pour minimiser la production de résidus liquides lors du traitement des plaques. D'une part, l'on peut minimiser la quantité de révélateur utilisé dans l'appareil de développement à l'aide d'un système de filtrage. Le fonctionnement est très simple car au lieu de recueillir le révélateur dans un bac pour le gérer plus tard, il est envoyé au réservoir de recyclage où il ne faut que faire passer le produit de développement utilisé par un traitement de filtrage. En même temps, une partie du liquide révélateur est régénérée. Par ce système on peut économiser 50 % du révélateur.

D'autre part, il existe aussi une option très claire de minimisation dans l'eau servant au rinçage qui est normalement de l'eau fraîche et qui ne sert qu'une fois principalement pour être sûrs qu'elle soit toujours bien propre et qu'elle remplisse sa fonction le plus correctement possible.

Dans cette opération de rinçage il existe la possibilité de minimiser la consommation d'eau en installant un système de filtrage et de recirculation de cette eau : l'installation d'un appareil de ces caractéristiques supposerait une économie de 90 % de l'eau utilisée dans cette opération.

Le fonctionnement de ce système est très simple; il se base sur la récupération, le filtrage puis la recirculation de l'eau utilisée. L'unité est formée d'un réservoir qui a une pompe qui fait recirculer l'eau et des filtres de carbone actif et de résines pour l'épurer, permettant ainsi sa réutilisation. Mais on ne travaille cependant pas toujours avec la même eau car il y a normalement une petite entrée d'eau fraîche ainsi qu'un petit écoulement d'eau déjà utilisée, ce qui permet de faire le travail dans des conditions idéales.

Fabrication d'encres noires à partir des excédents :

Même si, en général, les déchets d'encre ne supposent pas un courant résiduaire d'un grand volume, il suppose cependant un problème de gestion à long terme. Dans ce sens, et suivant le concept de recyclage, il est intéressant de fabriquer des encres noires à partir des excédents d'autres encres, qui peuvent être réutilisées dans le processus d'impression.

Quant à leur fabrication, le processus est très simple car la réalisation de tests dans ce sens, ou la fixation d'une période de contrôle où l'on analyse leur viabilité ne doit supposer aucun problème. Il ne faut donc que placer près des machines dans la zone d'impression un récipient ou un bidon spécifique, correctement signalisé et étiqueté où déverser les restes d'encres et les mélanger en sachant que pour produire des encres noires il faut éviter les couleurs très claires ou très criardes car elles pourraient troubler la couleur finale et le résultat du mélange des différentes encres ne donnerait pas exactement du noir mais plutôt un marron très foncé.

La réutilisation de ces encres suppose donc une minimisation de la gestion des déchets.

Minimisation des résidus liquides de production par l'installation d'un évaporateur :

La réduction des résidus liquides à base d'eau générés lors du processus de production et des opérations de nettoyage, et qui souvent impliquent la production de volumes importants d'eaux usées, peut supposer une occasion de recyclage important.

Pour la gestion de ces eaux usées, les entreprises ont l'option de les gérer de l'extérieur ou bien de le faire internement avec l'installation d'un appareil d'évaporation.

Ce système est composé d'un évaporateur et d'une chambre de condensation postérieure qui recueille la vapeur d'eau en phase liquide. C'est un système complètement fermé et il utilise une pompe de chauffage et un système de vide, avec lequel on obtient l'évaporation à basse température, en économisant ainsi de l'énergie et en réduisant les coûts.

Il fonctionne donc suivant le principe de la distillation par vide, où l'énergie thermique nécessaire pour faire bouillir l'eau résiduaire est obtenue par une pompe de chaleur. La température de la solution augmente assez pour provoquer l'ébullition dans le vide créé. La vapeur d'eau monte depuis la chambre d'ébullition et se condense dans les serpentins de la chambre de condensation. En se condensant, l'eau descend par le serpentin et elle est recueillie au fond d'un récipient de condensation d'où elle est aspirée par un éjecteur et transportée vers un autre récipient.

En plus des principaux appareils il faut donc installer deux réservoirs : l'un pour les eaux d'entrée et l'autre pour l'eau de sortie qui permettent à l'évaporateur d'avoir un débit permanent pour un meilleur fonctionnement. C'est dans ces deux réservoirs que l'on peut contrôler la qualité de l'eau d'entrée et de sortie.

Suite à cette opération, il ne faut cependant pas oublier qu'il se produit des boues concentrées qu'il faudra traiter comme des déchets. Mais le fait de devoir gérer des boues à la place de l'eau résiduaire représente des bénéfices, car à part le fait que l'on réutilise l'eau dans l'entreprise même, les déchets à gérer sont bien inférieurs en volume et ont une consistance pâteuse et sont donc plus faciles à stocker et à transporter en diminuant ainsi considérablement les risques pour l'environnement associés à ces opérations.

En général, les fournisseurs de ces systèmes assurent la récupération de jusqu'à 90 % de l'eau traitée, même si pour des raisons techniques et économiques on conseille de se situer à des niveaux de récupération de 80 %. Pour un bon fonctionnement de l'installation il ne faut pas oublier que l'on ne peut pas introduire de solvants volatiles car, dans ce cas, le

fonctionnement normal de l'appareil pourrait être troublé, mis à part le fait que l'eau traitée ne serait pas apte à sa réutilisation.

Par conséquent, l'installation d'appareils de ces caractéristiques suppose une réduction dans la consommation d'eau en tant que matière première, car les eaux traitées dans l'évaporateur peuvent être réutilisées dans la même entreprise comme des eaux de nettoyage, sanitaires, etc. et la réduction des résidus liquides générés à traiter à l'extérieur ne serait plus que d'environ 20 % du volume initial.

Minimisation des solvants sales résiduels par l'installation d'un distillateur :

Un autre des courants résiduels qui se produit d'une façon plus ou moins habituelle dans les entreprises d'imprimerie et les industries annexes est celui des solvants sales d'encres utilisés pour le nettoyage des machines. Même si très souvent ces solvants sales sont retirés à l'aide de chiffons (surtout lorsque le nettoyage est manuel) dans certaines entreprises ils sont recueillis à part et gérés comme des déchets liquides. Ces solvants peuvent aussi être générés dans le tunnel automatique de lavage dont on se sert dans certaines entreprises, pour le nettoyage de plateaux d'encre et d'autres outils ayant des restes d'encre.

Pour leur minimisation il existe la possibilité d'installer un distillateur qui permette leur traitement interne, en minimisant ainsi la quantité de ces déchets qu'il faut gérer à l'extérieur.

À grands traits, l'appareil du distillateur est pratiquement le même que l'évaporateur, avec les mêmes caractéristiques, même si la température de travail est plus basse car les solvants s'évaporent plus facilement que l'eau. En plus, comme l'on travaille avec des solvants il faut que le système soit tout à fait étanche et qu'il soit pourvu de systèmes de sécurité anti-explosion.

En installant un système de distillation on peut arriver à récupérer jusqu'à 90 % des solvants sales traités en réduisant le volume de déchets à traiter pour cette raison jusqu'à 10 % du volume initial. D'autre part, on obtient cependant un nouveau déchet : les boues provenant de la distillation des solvants qu'il faudra gérer.

L'utilisation de ce système suppose donc non seulement la diminution des achats de solvants car ils peuvent être réutilisés, mais aussi la diminution de la production de solvants sales résiduels.

7. MÉTHODES POUR CONTRÔLER LA POLLUTION*

Après avoir instauré les actions permettant de prévenir et de réduire la génération de courants résiduels, il se produit inévitablement une fraction de déchets qui doit être gérée et/ou traitée de façon à ne constituer aucun risque pour la santé des personnes et pour l'environnement.

Quant aux méthodes de traitement pour le contrôle de la pollution, différentes technologies sont utilisées pour les différents courants résiduels obtenus dans les entreprises d'imprimerie et les industries annexes, technologies que l'on présente ci-dessous :

7.1. TECHNOLOGIES DE TRAITEMENT D'EFFLUENTS ATMOSPHÉRIQUES

Il existe deux alternatives pour arriver à une émission correcte des paramètres polluants atmosphériques. La première consiste en une mesure de prévention par une réduction à l'origine (mesures développées au chapitre 6), tandis que la deuxième implique l'installation d'équipements pouvant capter et traiter les émissions telles que par exemple l'oxydation thermique, l'oxydation catalytique, les équipements d'absorption, les systèmes d'adsorption ou d'épuration biologique, entre autres.

Le choix de la technologie devant être utilisée dépend du type et de la concentration de polluants dans le flux d'émission, et ce choix, même s'il est très complexe, doit être à même de résoudre les problèmes posés pour chacun des cas en particulier.

C'est pourquoi, pour que la technologie choisie puisse être considérée valable, elle doit avoir un rendement suffisant pour réduire les niveaux d'émission au dessous des limites maximum admissibles et ce, de façon permanente et avec un coût d'opération raisonnable.

Les méthodes développées pour le traitement des polluants des effluents atmosphériques peuvent être classées en deux groupes. Le premier comprend toutes celles qui supposent une séparation des COV et la deuxième rassemble les méthodes de destruction des polluants (principalement les COV). On présente ci-dessous les différentes technologies :

* Les informations de quelques-unes des technologies présentées dans ce chapitre à comme source le site web suivant : <http://www.wk-gmbh.com/espanol.html>. Également, vous pouvez trouver d'autres technologies appropriées sur Internet.

7.1.1. Technologies de séparation

7.1.1.1. Adsorption avec des filtres de charbon actif

La technique d'adsorption applique un processus au cours duquel les molécules d'un gaz adhèrent à une surface solide. Les adsorbants solides sont des matériaux avec une structure interne qui contient un grand nombre de pores très petits. Le milieu adsorbant caractéristique pour le traitement des composés organiques volatiles est le charbon actif.

Étant donné le comportement hydrophobe de sa surface, le charbon actif adsorbe de préférence les substances organiques et d'autres composés non polaires présents dans les phases liquide ou gazeuse.

La séparation du dissolvant en phase liquide s'obtient par la régénération du lit épuisé de charbon actif; cette opération peut se faire en le chauffant ou avec un courant de nitrogène ou de vapeur d'eau. Pour des raisons d'économie et de simplicité, la technique de régénération la plus utilisée est l'injection directe de vapeur d'eau. La vapeur d'eau permet de chauffer rapidement le lit adsorbant, tout en évaporant les composés adsorbés. Avec la condensation ultérieure, on peut séparer le dissolvant utilisé.

La réutilisation du liquide séparé dépend principalement de ses propriétés. S'il ne peut pas être réutilisé dans le processus d'impression, on peut peut-être le réutiliser dans d'autres processus ou dans d'autres industries.

L'efficacité dépend du polluant et de l'adsorbant utilisé, en plus de la concentration, de la température et de l'humidité.

Ce système est utilisé pour des grands volumes d'air et des concentrations faibles ou modérées de COV.

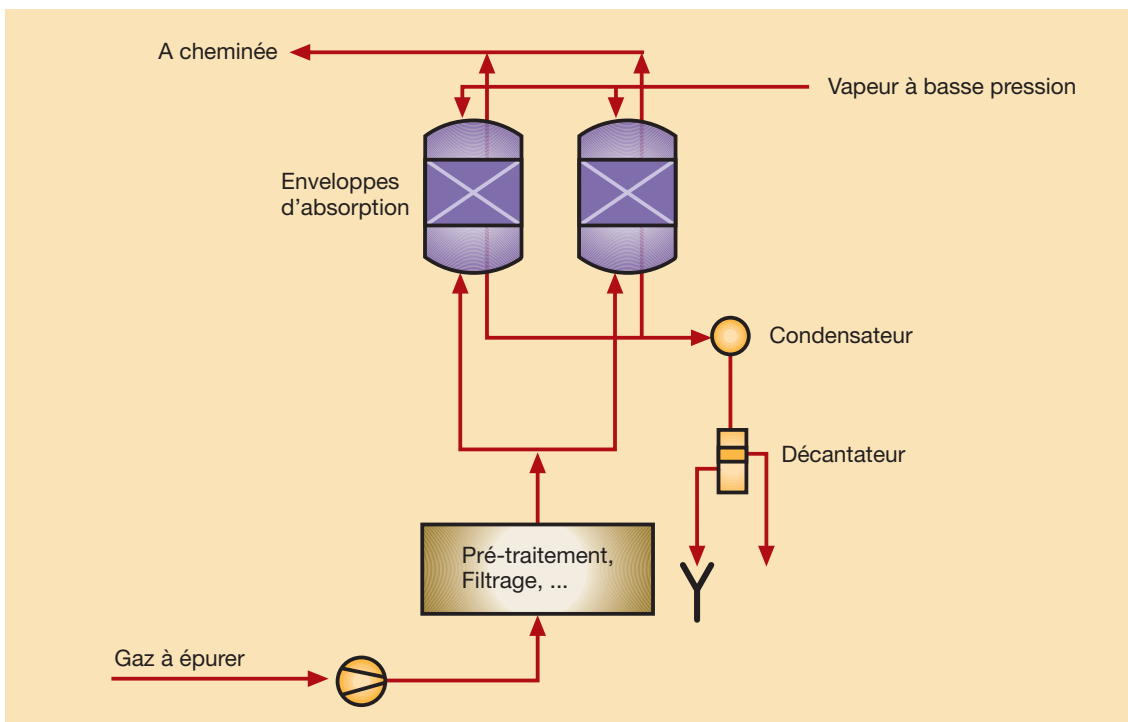


Schéma de fonctionnement de l'adsorption

7.1.1.2. Condensation

Cette technique se base sur le refroidissement du mélange de gaz jusqu'à une température à laquelle les composants organiques volatiles se trouvent en état liquide voire solide. Les températures de congélation de ces composés sont extrêmement basses et c'est pourquoi des techniques cryogéniques sont nécessaires. L'agent utilisé pour produire ce refroidissement est le nitrogène, étant donné que sa température de liquéfaction est de -196°C .

En général, la pression de vapeur des composants présents dans un courant de composés organiques volatiles diminue en fonction de sa température et ce, jusqu'à des valeurs très proches de zéro à des températures comme celle du nitrogène liquide. De ce fait, la quantité de composants organiques volatiles dans le courant gazeux est minimale car ils sont éliminés par le changement d'état.

La séparation des COV se réalise au fur et à mesure que le polluant se condense sur les parois des tuyaux, par l'intérieur desquels circule le nitrogène liquide, car celui qui est condensé tombe par gravité dans un vase où sont recueillis les COV liquéfiés.

La réutilisation du liquide obtenu dépend essentiellement de ses propriétés. S'il ne peut pas être réutilisé dans le processus d'impression, il peut peut-être être réutilisé dans d'autres processus ou bien dans d'autres industries.

L'efficacité obtenue en bonne partie de la récupération des COV quand on travaille à - 50° C est très grande.

Le système de séparation de composés organiques volatiles grâce à la cryogénie est tout particulièrement indiqué pour les courants présentant une concentration élevée de composés organiques volatiles et un débit faible. Ces paramètres sont motivés par des raisons économiques (coût de l'investissement et coût de l'exploitation), même si du point de vue technique il peut s'appliquer à n'importe quel débit et concentration de composés organiques volatiles.

7.1.1.3. Séparation par membranes

Cette technique se base sur la différence de perméabilité des membranes polymériques denses par rapport aux composés organiques volatiles et les gaz inertes comme l'air. Elle permet de séparer certains composés organiques tels que le TCE, MTBE, l'acétone, le chlorure de vinyle, entre autres.

La séparation des COV consiste à établir un contact efficace entre le gaz polluant et une membrane constituée par un polymère dense. L'application d'une différence de pression fait que certains composés traversent la membrane. De cette manière, deux effluents sont générés, l'un étant celui de l'air et l'autre celui de l'air plus les polluants.

L'efficacité de l'épuration est faible, pour des coûts d'exploitation raisonnables. Si l'objectif est exclusivement l'épuration de l'émission, il faudra associer cette technologie à d'autres ayant un meilleur rendement.

Le système de séparation des composés organiques volatiles avec des membranes est particulièrement indiqué pour les courants présentant une concentration élevée de composés organiques volatiles et un débit faible. Ces paramètres sont motivés par des raisons économiques (coût d'investissement + coût d'exploitation).

7.1.2. Technologies de destruction

7.1.2.1. Oxydation thermique

Ce système transforme essentiellement les émissions de COV en eau et en dioxyde de carbone. Le procédé d'oxydation thermique commence par l'impulsion (1) des gaz pollués vers un pré-chauffage avec un échangeur de chaleur (2) continue avec une oxydation dans la chambre de combustion (3) à une température de réaction de 750-850° C environ avec un combustible supplémentaire.

Dans cette chambre le gaz sale reste 0,6 à 1,5 secondes, et on s'assure ainsi que les valeurs de gaz propre se trouvent au dessous d'un certain niveau maximum d'émission.

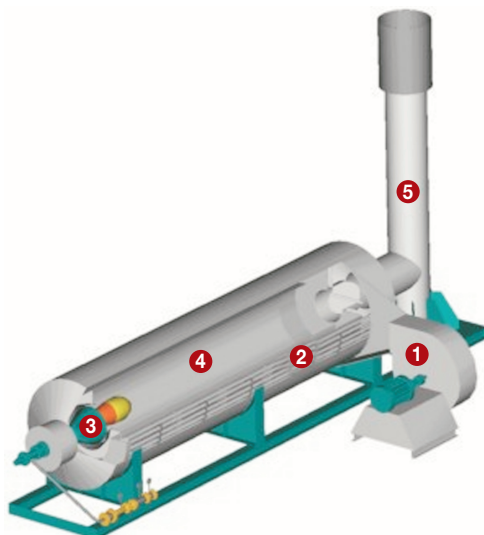


Schéma de fonctionnement de l'oxydation thermique récupératrice

Par la suite, l'air traité se refroidit dans le même échangeur de chaleur (2) et il cède sa chaleur aux gaz d'entrée.

À grands traits, les systèmes d'oxydation thermique sont très efficaces pour l'élimination des polluants, avec des coûts d'entretien et d'investissement peu onéreux, mais avec des coûts d'opération onéreux quand il n'existe pas de récupération énergétique.

Cette récupération énergétique peut être récupératrice ou régénératrice.

- La méthode récupératrice se sert d'un échangeur de chaleur air-air, avec des tuyaux ou des plaques métalliques et peut récupérer jusqu'à 70 % de la chaleur disponible dans le gaz de sortie. L'implantation de ce système est particulièrement conseillée pour des débits peu importants et des concentrations élevées ou modérées; comme il se génère plus de chaleur à l'oxydation, il faut un niveau inférieur de récupération de chaleur.
- La méthode régénératrice se sert d'un échangeur de chaleur composé par une enveloppe statique de pièces normalement en céramique. La totalité de ce remplissage est sous-divisée en différentes parties, où alternativement une partie chauffe les gaz d'entrée, tandis que l'autre refroidit ceux de sortie. La récupération de chaleur peut arriver à 95 % de l'énergie de sortie et, de ce fait, les coûts de combustible sont peu importants, voire inexistantes. Généralement, l'installation est plus chère que pour les systèmes de récupération.

Elle est utilisée pour des débits avec des concentrations faibles ou modérées qui demandent une récupération de chaleur efficace afin d'éliminer la nécessité de combustible supplémentaire.

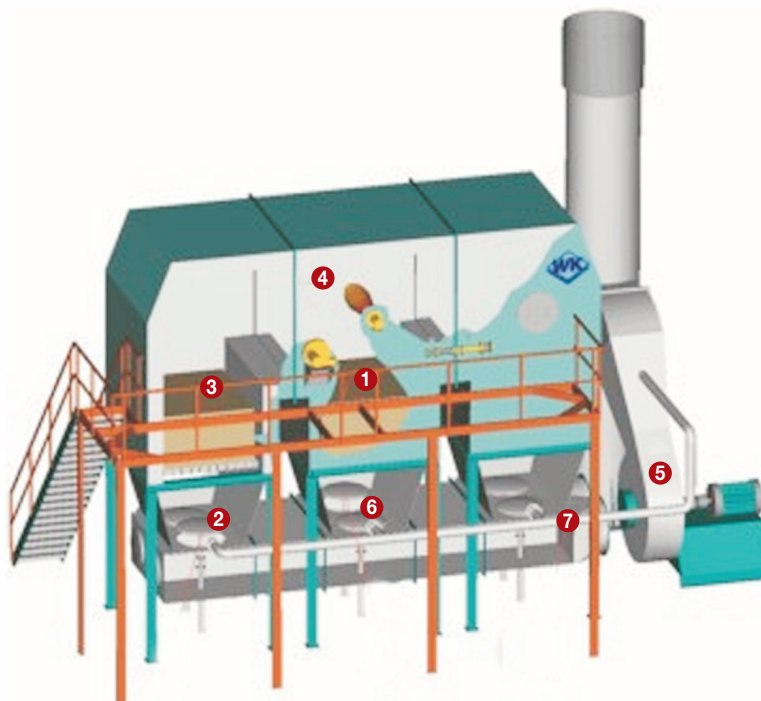


Schéma de fonctionnement oxydation thermique régénératrice

7.1.2.2. Oxydation catalytique

Comme précédemment, il s'agit d'un système destructif de la pollution gazeuse en eau et dioxyde de carbone. La différence repose sur la température à laquelle se produit la destruction, étant donné que pour l'oxydation catalytique elle est plus basse.

À grands traits, le fonctionnement commence tout d'abord par l'impulsion (1) des gaz pollués vers un échangeur de chaleur (2) où a lieu le pré-chauffage. Ensuite, ces gaz traversent la chambre de combustion (3) qui travaille à une température de 250-450° C environ, et ils passent à l'enveloppe du catalyseur post-connecté où les composants organiques du courant gazeux (4) sont oxydés.

L'installation de ce système n'est pas conseillée quand les COV contiennent des composés tels que les halogènes, le silicone, le phosphore, l'arsenic, ou d'autres métaux lourds que l'on peut trouver dans certaines encres, étant donné qu'ils pourraient empoisonner le catalyseur. La vie utile du catalyseur dans des conditions normales est de 3-5 ans.

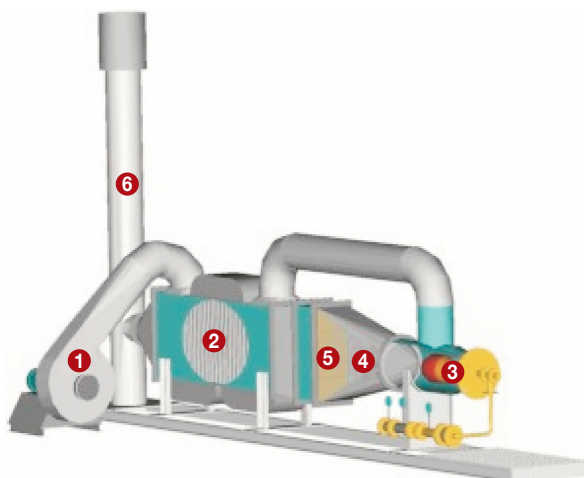


Schéma de fonctionnement de l'oxydation catalytique

Généralement, le système d'oxydation catalytique permet d'oxyder complètement une vaste gamme de COV. Cependant, il s'agit là d'une technologie peu utile en présence de matériel très précis, et avec un coût d'entretien élevé.

Les équipements d'oxydation catalytique sont intéressants pour des concentrations et des débits peu importants. Dans ces conditions, on peut arriver à une plus grande efficacité avec des besoins énergétiques moindres.

De même que pour l'oxydation thermique, la récupération de chaleur de l'oxydation catalytique peut être récupératrice ou régénératrice; cette dernière étant celle qui peut permettre de se passer de combustible supplémentaire.

7.1.2.3. Système rotatif de concentration de COV

Il s'agit d'un système qui transforme un débit et une concentration déterminée en un débit inférieur avec une concentration plus élevée.

Généralement, le fonctionnement commence par l'impulsion (4) d'un débit de gaz vers un système d'adsorption (1) où le polluant est retenu, tandis que les gaz épurés sont envoyés dans l'atmosphère. Parallèlement, il existe un ventilateur (6) secondaire qui introduit un débit contrôlé d'air pollué à travers la zone (2) de refroidissement de l'adsorbant et, ensuite, à travers l'échangeur (9), afin qu'il soit chauffé jusqu'à la température de désorption. Ce courant de gaz traverse le matériel adsorbant (3) et entraîne les COV retenus. Ce deuxième courant d'air, avec une charge organique élevée, est chauffé dans l'échangeur (8) jusqu'à la température la plus haute possible avec la chaleur cédée par les gaz traités lors de l'oxydation (7).

En se concentrant, le système d'épuration traite un débit très inférieur à celui du début et, donc, il est plus économique et efficace. La dernière étape peut être une oxydation (comme dans ce cas), ou bien un système de condensation.

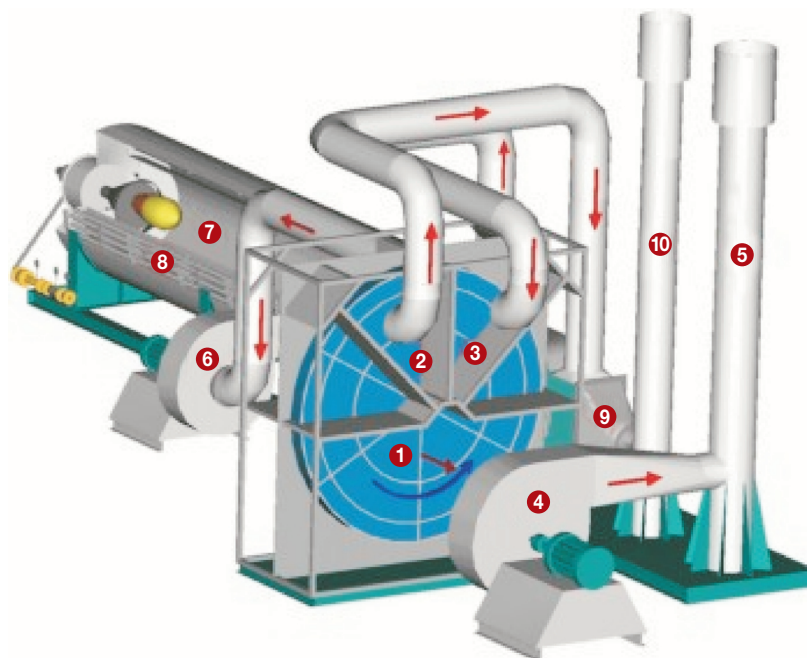


Schéma de fonctionnement du système rotatif de concentration

7.1.2.4. Absorption

Elle consiste en un système dans lequel au moins un des composants du mélange gazeux est transféré de façon sélective à un liquide non volatil. L'absorption d'un composant gazeux par un liquide ne se produira que si le liquide contient une plus faible concentration en paramètres polluants que celle de saturation des composants des gaz qu'il faut extraire. De cette façon, la différence entre les concentrations réelles dans le liquide et celle d'équilibre devient la force d'absorption.

L'absorption peut s'effectuer avec des laveurs (scrubbers). La tour d'absorption est la plus utilisée; elle consiste en une colonne verticale avec remplissage pour augmenter le temps et la surface de contact entre le gaz et le liquide, le premier passant à travers le remplissage à contre-courant du deuxième.

Avec des composés solubles on peut obtenir des rendements importants pour des concentrations élevées et des débits variables, mais il faut que l'air soit débarrassé de particules et en plus, il faut un traitement ultérieur des eaux.

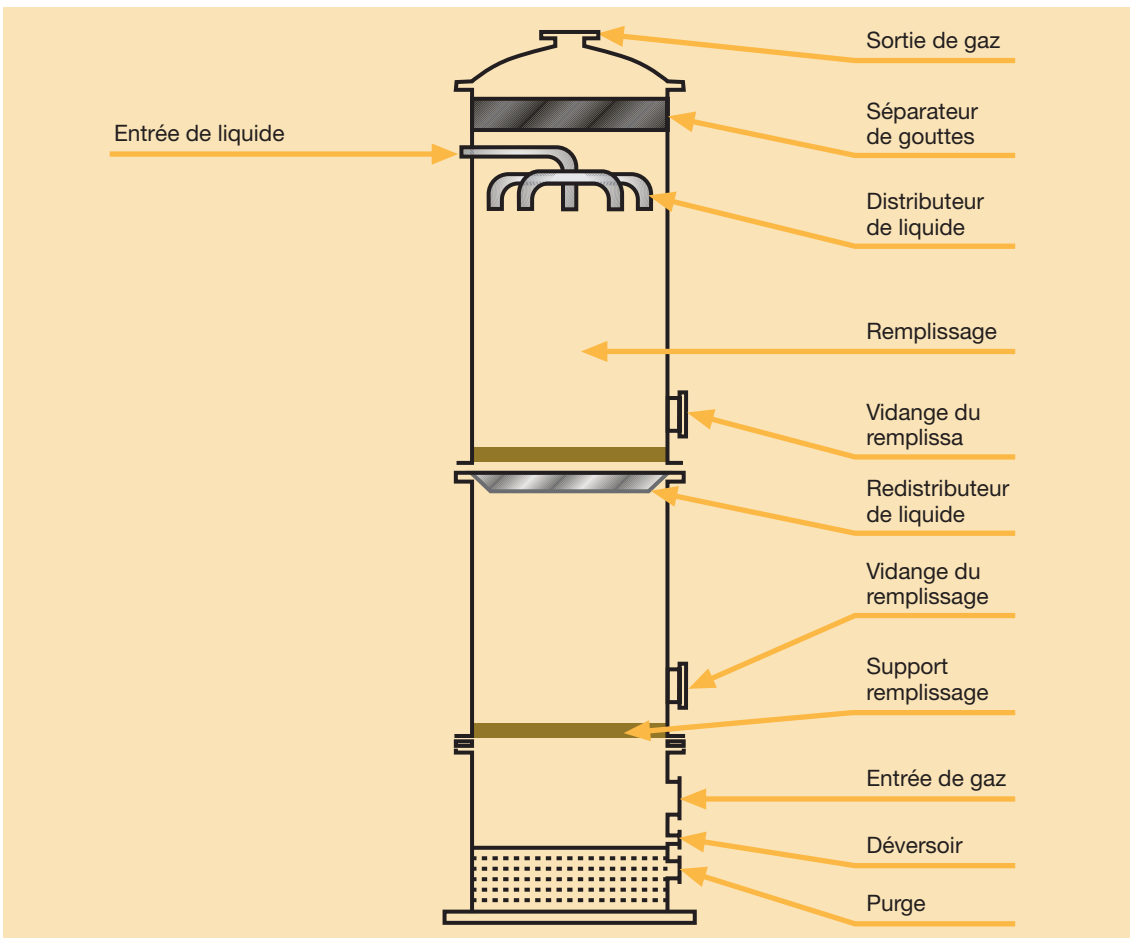


Schéma de fonctionnement d'une tour d'absorption

7.1.2.5. Épuration biologique

Elle consiste à faire passer de l'air à travers une enveloppe avec des bactéries ou d'autres micro-organismes, en éliminant les composés organiques par biodégradation.

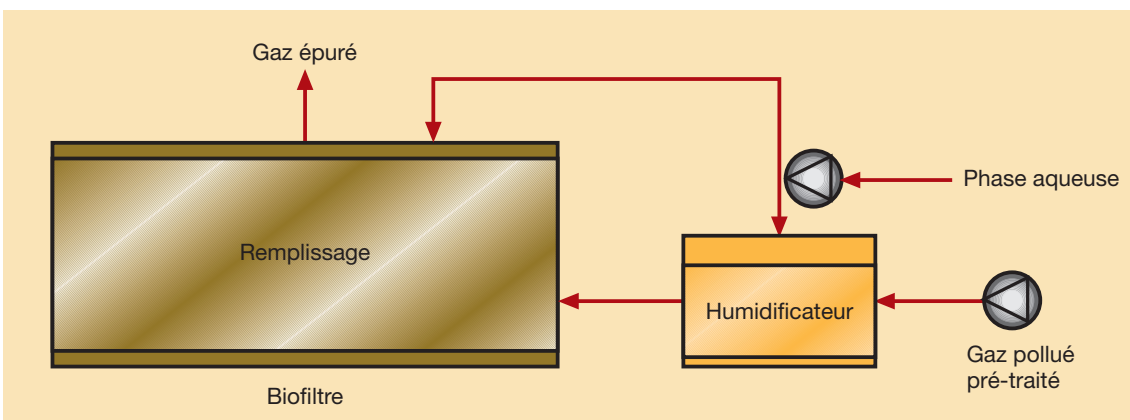


Schéma de fonctionnement de l'épuration biologique

Normalement l'air est traité au préalable par élimination de la poussière et des aérosols gras qu'il peut contenir, il est humidifié et ensuite conduit au biofiltre où les polluants contenus dans le flux d'air sont transférés à une pellicule d'eau qui recouvre le milieu biologiquement actif. Les micro-organismes présents dans cette pellicule oxydent les polluants tout en générant des composés inoffensifs tels que le dioxyde de carbone, l'eau et les sels communs.

Son efficacité dépend du type de polluants qu'il faut traiter, de leurs concentrations et de la température. Le filtrage biologique est un bon système quand les conditions de concentration et de composition sont homogènes; on obtient de bons rendements avec des concentrations faibles et des problèmes associés de mauvaises odeurs; quant au débit, il n'existe aucune restriction.

Afin de présenter de façon plus synthétique cette information, vous trouverez un tableau qui, de façon générique, présente les caractéristiques principales des différentes technologies de traitement d'effluents atmosphériques.

TECHNOLOGIE	RÉCUPÉRATION POLLUANT	DÉBIT ²³	CONCENTRATION ²⁴	EFFICACITÉ (%)
Adsorption	Possible	Grand	Modérée Faible	80-95 95-99
Condensation	Possible	Petit	Élevée	50-95
Membranes	Possible	Petit	Élevée	90
Oxydation thermique récupératrice	Non	Petits	Élevée Modérée	>95
Oxydation thermique régénératrice	Non	Petits et modérés	Faible	>95
Oxydation catalytique récupératrice	Non	Petits	Modérée Faible	80-95 >95
Oxydation catalytique régénératrice	Non	Petits et modérés	Faible	>95
Système de concentration	Possible	Grands Modérés	Faible Très faible	Variable ²⁵
Absorption	Non	Modérés Petits	Modérée Élevée	95-98
Biofiltrage	Non	Tous	Faible	>99

Tableau comparatif des technologies de traitement de composés organiques volatiles en effluents gazeux

²³ Débits (Nm³/h) : Grands : >200 000 ; Modérés : 30 000-200 000 ; Petits : < 30 000

²⁴ Concentration (ppm) : Très faible : <1 000 ; Faible : 1 000-5 000 ; Modérée : 5 000-10 000 ; Élevée : >10 000

²⁵ Dépend du système de traitement postérieur (thermique, condensation)

7.2. TECHNOLOGIES DE TRAITEMENT DE RÉSIDUS

Après avoir épuisé les possibilités de minimisation des résidus générés, présentées plus haut (chapitre 6), il ne reste que leur gestion adéquate en tant que résidus.

8. DOCUMENT DE SYNTHÈSE

En général, les étapes qui constituent le processus de production de l'industrie de l'imprimerie et des industries annexes sont les suivantes :

- **Pré-impression** : comprend les travaux nécessaires pour obtenir la plaque d'impression ou forme imprimante.
- **Impression** : technique pour reproduire la forme imprimante sur le support graphique souhaité.
- **Post-impression** : comprend les travaux nécessaires pour obtenir le produit graphique définitif.

Lors de la **pré-impression**, ont lieu les travaux suivants :

- **Conception** du produit souhaité
- **Préparation des pellicules** : opérations nécessaires pour obtenir les pellicules :
 - photocomposition et photomécanique : obtention du texte et de l'image
 - développement de la pellicule : comprend les opérations de développement, fixation, nettoyage et séchage de la pellicule
 - traçage et pelliculage : on assemble le matériel photographique du texte et le matériel photographique des illustrations, pour obtenir un original à reproduire
- **Computer-to-Film (CTF)** : Obtention de la pellicule directement de l'ordinateur, tout en évitant les phases intermédiaires (préparation des pellicules).
- **Développement des plaques** : préparation du porteur de l'image, qui est constitué de plaques de plusieurs matériaux et de différentes formes imprimantes.
 - **Computer-to-plate (CTP)** : Obtention de la plaque d'impression directement de l'ordinateur, tout en évitant les phases intermédiaires (développement des plaques).

Avec l'ensemble des opérations qui constituent la pré-impression, on obtient la plaque porteuse de l'image.

On peut différencier les techniques ou les types **d'impression** suivants :

- Impression **offset** : impression indirecte, qui se caractérise par le fait que l'image est transmise depuis la plaque d'impression jusqu'au papier grâce au blanchet.
- Impression **typographique** : impression directe qui utilise des formes en relief (plaques) réalisées avec des photopolymères. Le transfert de l'image se fait par impact de la forme imprégnée d'encre sur le support d'impression.

- Impression **flexographique** : méthode d'impression en relief, l'encre est transférée par contact sur le support à imprimer qui, à son tour, est poussé par le rouleau d'impression.
- Impression par **rotogravure** : le support est imprimé par contact avec un cylindre métallique sur lequel est gravé l'élément à imprimer sous forme de cellules qui retiennent l'encre.
- Impression **sérigraphique** : impression sur le matériel à travers la forme imprimante (tissu) et non par transfert d'encre depuis la forme imprimante.
- Impression **digitale** : impression sans impact, c'est-à-dire sans contact entre la tête imprimante et le support, réalisée au moyen de dispositifs permettant de passer directement de l'information digitale au papier.

L'objectif global de l'étape d'impression est d'obtenir le texte et/ou les illustrations sur le matériel ou le support souhaité.

Post-impression : afin d'obtenir le produit fini, il faut effectuer les opérations suivantes :

- **Reliure** : assemblage des sections d'un ouvrage, de façon ordonnée, afin de constituer un volume compact avec une couture solide, et y rajouter une couverture consistante pour protéger le livre et rendre son utilisation plus facile.
- **Découpage** : opération qui consiste à donner au produit graphique les dimensions souhaitées.
- **Pliage** : obtention d'un pli dont le bord marqué est obtenu sous pression, afin d'éliminer les forces de récupération du papier.
- **Assemblage** : mise en place des sections qui forment le livre les unes à côté des autres jusqu'à la formation d'un bloc complet.
- **Fraisage** : opération pour égaliser la surface du dos du livre, afin de la préparer pour l'opération d'encollage.
- **Encollage** : opération pour rassembler les différents éléments à encoller (dos du livre).
- **Gaufrage** : consiste à rajouter à la couverture des livres ou de tout autre élément imprimé, des éléments métallisés que l'on veut mettre en relief.

Les principaux courants résiduels générés pendant la phase de **pré-impression** sont les suivants :

- **Émissions atmosphériques**
 - Vapeurs des solvants des colles en aérosol pour le montage des pellicules.
 - Vapeurs des solvants générées lors du nettoyage des feuilles de montage.
 - Vapeurs des solvants de l'opération de thermdurcissement des plaques.
 - Vapeurs d'ammoniaque générées dans les ozalides.

- **Résidus liquides**

- Produits chimiques épuisés contenant des restes d'argent, du développement des pellicules (révélateur et fixateur).
- Eau de nettoyage de la pellicule au cours de son développement, qui peut contenir des restes de liquide fixateur, ainsi que des restes d'argent.
- Solutions alcalines épuisées, avec des restes de résines, de colorants et de composants diazo, venant du développement des plaques offset (révélateur).
- Eau de nettoyage des plaques offset qui peut contenir des produits chimiques utilisés au cours du développement.
- Eau du développement des plaques de flexographie et de typographie, avec des restes de photopolymères solides ou semi-solides.
- Mélange d'eaux et de solvants de la préparation des écrans de sérigraphie.

Les principaux courants résiduaux générés au cours de la phase d'**impression** sont les suivants :

- **Émissions atmosphériques**

- Vapeurs de solvants générées lors du processus de préparation des encres et des vernis.
- Émissions de solvants générées lors du processus de séchage des encres et des vernis.
- Vapeurs provenant de la solution de mouillage.
- Émissions générées au cours de l'impression et du dosage de la viscosité.
- Émissions générées au cours des opérations de nettoyage avec des solvants.

- **Résidus liquides**

- Solution de mouillage avec des restes d'encres, de solvants et de produits tels que par exemple les algicides, les fongicides, etc.
- Restes liquides d'encres et de vernis.
- Résidus de solvants provenant des opérations de nettoyage des outils utilisés au cours de l'impression (rouleaux, encreurs, racles, etc.).

Les principaux courants résiduaux générés au cours de la phase de **post-impression** sont les suivants :

- **Émissions atmosphériques**

- Émissions de COV provenant des colles à base dissolvant.

- **Résidus liquides**

- Huiles résiduaux.

Les **déchets** ne sont pas classés en suivant l'étape de l'opération au cours de laquelle ils ont été générés étant donné qu'un même résidu peut être généré à différentes étapes.

- Pellicules
- Plaques d'impression
- Chiffons de nettoyage
- Feuilles de montages
- Déchets d'encre
- Film pour plastifier
- Cartouches de toner
- Restes de colle solidifiée
- Résidus généraux de l'usine

- Papier pour l'impression
- Supports plastiques
- Emballages de papier et de carton
- Caoutchoucs (impression offset)
- Boues du traitement des liquides résiduaires
- Filtres et cartouches de filtrage
- Emballages métalliques et en plastique
- Huiles résiduaires

Les **eaux résiduaires** générées au cours des opérations de pré-impression et d'impression sont décrites dans ce manuel au paragraphe des résidus liquides. Étant donné que les volumes ne sont pas très grands, et vu les caractéristiques principales et le polluant potentiel, il y a une tendance dans le secteur à recueillir le courant et à le gérer avec un gestionnaire autorisé. De même, de nombreuses entreprises traitent ces eaux avec un traitement interne d'épuration.

Ci-dessous, les tableaux de résumé des principales **alternatives de réduction et de recyclage à la source** au cours des phases de pré-impression, d'impression et de post-impression.

RÉDUCTION ET RECYCLAGE À LA SOURCE POUR LA PHASE DE PRÉ-IMPRESSON

Nouvelle conception de produits

- Étude de la conception graphique

Changements de technologies

- Programme pour la réception et le contrôle des tâches reçues sur support informatique
- Installation d'un système *Computer-to-Film* (CTF) et *Computer-to-Plate* (CTP)

Bonnes pratiques environnementales lors du processus de pré-impression

- Mise en place d'un couvercle flottant en plastique pour éviter l'oxydation du révélateur

Recyclage à la source

- Installation d'équipements de récupération et de recyclage des bains utilisés lors du développement des pellicules
- Système de filtrage des bains utilisés au cours du développement des plaques offset

RÉDUCTION ET RECYCLAGE À LA SOURCE POUR LA PHASE D'IMPRESSION

Changer les matières premières

- Changement des dissolvants de nettoyage au cours de l'impression offset
 - Émulsions à base aqueuse
 - Solutions d'esters végétaux
- Utilisation d'encre à huiles végétales
- Utilisation d'encre ultraviolettes (UV)
- Utilisation d'encre à rayons d'électrons (EB)
- Utilisation d'encre à base d'eau
- Solutions de mouillage alternatives combinées avec des additifs

Changements de technologies

- Utilisation de systèmes d'impression offset sans eau
- Système de filtrage de la solution de mouillage des machines offset
- Installations pour l'élimination de l'alcool isopropylique de la solution de mouillage
 - Système de mouillage de nouvelle génération
 - Oxygénation de l'eau
- Installations de mesure de la couleur : densitomètres, colorimètres ou spectrodensitomètres
- Système automatique d'adjonction de solvants aux machines d'impression par rotogravure et flexographie
- Installation d'encreurs à chambre fermée dans les machines de flexographie
- Système *Dispensing* de dosage d'encre
- Systèmes de nettoyage d'outils avec des restes d'encre
 - Appareil de nettoyage manuel d'emballages d'encre
 - Installation de nettoyage automatique de racles
 - Tunnel automatisé de nettoyage d'encreurs et autres

Bonnes pratiques environnementales

- Contrôle de la qualité des processus de production afin de minimiser les déchets d'impression
 - Échelle de contrôle lors de la préparation des plaques offset
 - Éclairage de la zone de préparation des plaques offset et des écrans de sérigraphie
 - Amélioration des tableaux Pantone et des bandes de contrôle de couleur
 - Mesure de la conductivité de la solution de mouillage lors de l'impression offset
 - Conditionnement du support préalable à l'impression
 - Élimination de la poussière de la surface du support avant l'impression
 - Réutilisation des macules
 - Amélioration de la préparation de la couleur
 - Réalisation du test d'Ishihara aux personnes participant à la préparation et au contrôle de la couleur
 - Planification des travaux et création d'un registre des déchets

- Élimination des arrêts systématiques
- Entretien des machines et nettoyage de la zone d'impression
- Changements dans la gestion des achats des matières premières
- Mesures de protection face à d'éventuelles fuites et écoulements
- Diminution de la surface de contact du solvant avec l'air
- Contrôle de certains paramètres de production
 - Contrôle de la consommation de solvants
 - Contrôle des coûts des tirages
 - Contrôle des points liés à l'environnement

Recyclage à la source

- Fabrication d'encre noire à partir des restes
- Installation d'un évaporateur
- Installation d'un distillateur

RÉDUCTION ET RECYCLAGE À LA SOURCE POUR LA PHASE DE POST-IMPRESSION

Changement de matières premières

- Utilisation de colles à base d'eau ou avec moins de dissolvants

Des **méthodes pour le contrôle de la pollution** ont été décrites afin qu'il n'y ait aucun risque pour la santé des personnes ni pour l'environnement, pour gérer et/ou traiter la fraction de déchets qui se produit inévitablement après avoir mis en place les actions permettant de les prévenir et de les réduire à la source.

TECHNOLOGIES DE TRAITEMENT D'EFFLUENTS ATMOSPHÉRIQUES

- Adsorption avec des filtres de charbon actif
- Condensation
- Séparation par membranes
- Oxydation thermique
- Oxydation catalytique
- Système rotatif de concentration de COV
- Absorption
- Épuration biologique

9. QUELQUES EXEMPLES DES ALTERNATIVES PROPOSÉES

INSTALLATION D'UN SYSTÈME *COMPUTER-TO-PLATE*

Une entreprise consacrée à la réalisation de produits divers tels que des travaux commerciaux, des formulaires, ainsi que des revues ou des emballages se sert de presses d'impression offset à alimentation avec des feuilles de papier ou de carton. Il s'agit d'une PME qui a subi une transformation profonde au cours des dernières années, en mettant en place de nouvelles machines afin de suivre l'évolution de la modernisation du secteur de l'imprimerie et des industries annexes.

Observations :

Le processus de production de cette entreprise comprend toutes les étapes qui constituent le processus de production du secteur de l'imprimerie et des industries annexes. Il commence par la pré-impression où a lieu la conception du produit, le développement des pellicules et celui des plaques. Il continue par l'étape d'impression où l'on obtient le produit souhaité et il s'achève par le finissage du produit où celui-ci parvient à sa forme adéquate. C'est pour l'étape de pré-impression que l'on a considéré qu'il fallait mettre en place une technologie plus avancée afin de pouvoir fournir un meilleur service aux clients et augmenter la capacité de production pour l'obtention des plaques.

C'est ainsi que dans l'ensemble global constitué par les processus de pré- impression et d'impression, il existe une option comportant des bénéfices pour ce qui est de la minimisation des courants résiduels et pour l'amélioration technologique. Cette option est l'implantation d'un système *Computer-to-Plate* (CTP).

Résumé de l'action :

Le système *Computer-to-Plate* permet de faire passer l'image directement à partir de l'information digitalisée sur une plaque d'impression offset, ce qui évite la réalisation des pellicules puis leur traçage et pelliculage manuels indispensables pour obtenir ensuite la plaque d'impression. De cette façon, après avoir obtenu la plaque, il faut la porter à la machine automatique à développer et ensuite on peut placer la plaque pour commencer l'impression.

Avec l'installation du CTP on obtient des améliorations techniques et très importantes pour l'environnement, parmi lesquelles il faut citer :

- Suppression ou diminution très importante de la consommation de pellicule et de tous les produits chimiques associés au développement, ainsi que des courants résiduels générés.
- Raccourcissement du cycle de production et économie de main d'oeuvre car on raccourcit le temps qu'il faut pour obtenir une plaque.
- Moins de consommation de matières premières.
- Amélioration de la qualité : avec le CTP, la qualité des plaques obtenues par ce procédé est meilleure car les points obtenus sur la plaque sont beaucoup plus précis, nets et fins. Donc sa réponse au moment de l'impression est plus fiable et constante.

L'entreprise d'imprimerie qui a adopté cette technologie du CTP avait, avec le système conventionnel, une capacité de production de plaques de 35 unités en 8 heures tandis qu'avec le système CTP la capacité est de 105 plaques avec le même nombre d'heures de travail. Avec ce nouveau système l'entreprise produit à l'heure actuelle 11 550 plaques, qui correspondent à 50 % de la nouvelle capacité de l'équipement. Le format des plaques est de 70x100 cm.

Bilans :

BILAN DE MATIÈRE	ANCIEN PROCÉDÉ	NOUVEAU PROCÉDÉ
Pellicules	5 390 m ² /an	-
Révéléateur de pellicules (0,15 l/m ²)	800 l/an	-
Fixateur de pellicules (0,15 l/m ²)	800 l/an	-
Eau de nettoyage pellicule (8,5 l/m ²)	46 m ³ /an	-
Révéléateur plaque (0,25 l/m ²)	1 347 l/an	2 021 l/an
Eau de nettoyage plaque (1 l/m ²)	5 m ³ /an	8 m ³ /an
Plaque	5 390 m ² /an (7 700 plaques/an)	-
Plaque CTP	-	8 085 m ² /an 11 550 plaques/an

BILAN FINANCIER	ANCIEN PROCÉDÉ	NOUVEAU PROCÉDÉ
Pellicules	21 000 €/an	-
Révéléateur de pellicules	2 400 €/an	-
Fixateur de pellicules	2 300 €/an	-
Eau de nettoyage pellicule	32,2 €/an	-
Plaques	26 500 €/an	75 000 €/an
Révéléateur plaque	3 950 €/an	9 933 €/an
Eau de nettoyage plaque	3,5 €/an	6,0 €/an
Gestion pellicules	175 €/an	-
Gestion du révélateur de pellicules	450 €/an	-
Gestion du fixateur de pellicules	225 €/an	-
Gestion révélateur plaque	5 500 €/an	9 225 €/an
Gestion plaques	0 €/an	0 €/an
Coût total	62 535,70 €	90 164 €
Coût unitaire	8,12 €/u	7,80 €/u

Augmentation des frais absolus en pré-impression :	27 628,30 €/an
Économie en main d'oeuvre pour la pré-impression :	89 900,00 €/an
Économie totale annuelle en pré-impression :	61 371,70 €
Investissement en installations :	300 000,00 €
Amortissement de l'investissement :	4,8 ans

Conclusions :

Avec cette action, l'entreprise réussit à économiser 100 % pour la consommation de pellicule, les produits associés à son développement (révélateur, fixateur et eaux de nettoyage) ainsi que les courants résiduels de cette phase du processus de pré-impression.

Il est très important de signaler que cette automatisation raccourcit considérablement le cycle de production, notamment pour ce qui est de l'élimination des tâches manuelles, permettant ainsi à l'entreprise de replacer les ouvriers sur d'autres phases du processus d'impression et ainsi mieux contrôler les autres opérations.

Il s'agit d'un exemple très clair de la façon dont l'introduction de nouvelles technologies suppose, outre une amélioration de la qualité et une augmentation de la productivité, une amélioration pour l'environnement qui justifie l'investissement réalisé.

INSTALLATION D'UN SYSTÈME DE DISPENSING D' ENCRE

Dans cet exemple nous allons expliquer le cas d'une entreprise qui s'occupe principalement de la fabrication d'emballages souples pour l'alimentation et son activité principale se centre sur l'impression et le laminage de différents types de supports. Cette entreprise a plusieurs machines à imprimer par rotogravure sur support plastique, plus précisément du polypropylène et du polyéthylène. Il s'agit d'une PME qui a effectué de grands changements pour s'aligner aux nouvelles technologies émergentes du secteur de l'imprimerie et des industries annexes.

Observations :

Le processus de préparation des encres est un processus que l'entreprise réalisait à la main. Il consistait à mélanger différentes couleurs d'encre pour obtenir la couleur souhaitée, en suivant une série d'instructions pré-fixées qui indiquaient la quantité en poids de chaque couleur de base ou bien l'acquisition de la couleur qui était stockée et qui venait directement du fournisseur. Le mélange se faisait dans les bidons mêmes où était fournie l'encre à l'aide d'une bascule et en transvasant l'encre avec une louche. Ensuite on ajustait la viscosité en ajoutant de l'acétate d'éthyle, indispensable au bon fonctionnement des machines à imprimer, en ajoutant 40 % de solvant à la main. Pratiquement toutes les opérations de préparation des encres se faisaient dans une partie de l'atelier d'impression réservée à cet effet et les bidons qui contenaient l'encre étaient transportés jusqu'aux encres des machines à imprimer.

La variété de couleurs avec laquelle travaillait l'entreprise exigeait d'avoir un dépôt considérable de matières premières et, par conséquent, un volume important d'emballages vides à gérer comme déchets.

Objectif :

Les raisons qui ont porté cette entreprise à réaliser cette action sont les suivantes :

- Réduction de la génération de résidus d'emballages.
- Réduction du stock d'encres grâce à un contrôle optimum des stocks.
- Couleur uniforme et invariable avec une reproduction parfaite.
- Réduction du coût final de l'encre car on peut acquérir des encres bases en vrac.
- Possibilités d'éviter des pertes de restes d'encre dans les emballages gérés comme des déchets.
- Possibilité d'obtenir la quantité exacte d'encre pour chaque tirage spécifique, en minimisant les excédents.
- Possibilité de récupérer les encres restant d'un tirage et de les réutiliser.
- Éviter au maximum les opérations de manipulation manuelle d'encres, car elles sont à l'origine d'une source d'erreur et de déversements importants.

- Minimiser les émissions atmosphériques de dissolvants organiques dus aux transvasements et au mélange manuel des encres.
- Disposer de l'encre rapidement et d'une façon précise.
- Avec cet ensemble d'objectifs, l'entreprise a décidé d'installer un système de *Dispensing* d'encres liquides.

Résumé de cette action :

Le système *Dispensing* est un système pour mélanger les couleurs et dissoudre les encres pour l'impression de supports. Grâce au logiciel de ce système on prépare l'encre nécessaire en fonction du support à imprimer. Il faut avoir un certain nombre de concentrés monopigmentaires, livrés dans des réservoirs qui vont de 200 à 1 000 kg et grâce à un système de pompes et de conduits contrôlés par ordinateur, les encres sont dosées automatiquement dans le récipient voulu.

Afin de doser une quantité d'un échantillon voulu, il faut un spectrophotomètre de reconnaissance de la couleur de l'échantillon et le logiciel de contrôle de la formule et de la qualité de la couleur. Ainsi, après avoir reconnu la couleur, le logiciel indique la quantité qu'il faut dans chaque réservoir pour fournir la couleur souhaitée, et par un jeu de soupapes actionnées pneumatiquement et avec une bascule où est dosée l'encre d'impression, on arrive à obtenir la demande traitée.

Ce système est hermétique et la transition depuis la phase du mélange des couleurs jusqu'à la phase de dilution des encres et de l'impression de supports se fait par injection directe et sans se servir de bidons. On réduit ainsi les vapeurs de solvants.

Les récipients ne sont pas gérés comme des déchets car ils sont retournés au fournisseur qui les rereplit; dans ce cas, on a installé en tout 16 réservoirs de matières premières nécessaires.

Ce système calcule aussi la quantité nécessaire pour un tirage déterminé et en plus dans le cas où il y aurait un excédent d'encres dans le tirage, il est capable de les réutiliser et de produire une autre couleur.

Bilans :

BILAN DE MATIÈRE	ANCIEN PROCÉDÉ	NOUVEAU PROCÉDÉ
Consommation encres	100 tn	80 tn
Consommation dissolvant	19,35 tn/an	2,90 tn/an
Génération de résidus d'emballages métalliques	2,5 tn/an	0,625 tn/an
Génération résidus d'encres	3 tn	0

BILAN ÉCONOMIQUE	ANCIEN PROCÉDÉ	NOUVEAU PROCÉDÉ
Coût encres (3,31 €/kg)	330 556,66 €/an	264 445,33 €/an
Coût dissolvant (0,9 €/kg)	17 444,38 €/an	2 614,40 €/an
Coût gestion emballages métalliques (0,30 €/kg)	750 €/an	187,5 €/an
Coût gestion encres (0,75 €/kg)	2 250 €/an	0 €/an
COÛT TOTAL	351 001,04 €/an	267 247,23 €/an

Économie totale annuelle :	83 753,81 €
Investissement en installations :	156 263,15 €
Amortissement de l'investissement :	1,86 ans

Conclusions :

Avec cette action d'automatisation de la formulation et de la distribution des encres, l'entreprise est arrivée à régulariser l'utilisation d'encres liquides pour l'impression des produits d'emballage qu'elle fabrique. Les principaux bénéfices obtenus pour l'environnement correspondent à :

- l'élimination de déchets de restes d'encres à 100 %
- la réduction de résidus d'emballages à 80 %
- la réduction totale d'émissions de solvants dans l'atmosphère
- une économie de temps grâce à l'automatisation du système
- une réduction d'inventaires estimée à 35 %
- la disponibilité de la couleur nécessaire immédiatement
- une amélioration de la qualité du matériel imprimé, grâce à la reproduction parfaite des couleurs préparées.

On démontre par cet exemple qu'un changement technologique implique, en plus, une amélioration de l'environnement, et des économies financières importantes pour l'entreprise.

BIBLIOGRAPHIE

- CEMA, Ministère de l'environnement, Gouvernement de la Catalogne. *Prevençió de la contaminació al sector d'arts gràfiques*. Manuals d'ecogestió, 12. Barcelone, mai 2003.
- CEMA. *Informe final dels grups de treball d'arts gràfiques a Catalunya*. Catalogne, janvier 2001.
- IHOBE. *Libro blanco para la minimización de residuos y emisiones*. Pays Basque, 2000.
- EPA Office of Compliance Sector Notebook Project. *Profile of the Printing and Publishing Industry*. Washington, août 1995.
- THE WORLD BANK GROUP en collaboration avec l'ONUDI. *Pollution prevention and abatement handbook, Towards Cleaner Production*. 1998.
- CAR/PP. *État de la production plus propre dans les pays du Plan d'action pour la Méditerranée*. Barcelone, 2001.
- MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE ET DE L'ÉNERGIE DE LA TUNISIE. *Étude de positionnement stratégique de la branche imprimerie*. Tunisie, décembre 2002.
- CONAMA RM-CENMA. *Guia para el control y la prevención de la contaminación industrial*. Santiago du Chili, août 1999.
- GENERALITAT DE CATALUNYA. *Informe anual sobre la indústria a Catalunya l'any 2001*.
- CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE de la Comunidad de Madrid. *Manual de gestión ambiental y auditoría del sector de Artes Gráficas*. Madrid, octobre 2000.
- WASTE MANAGEMENT & RESEARCH CENTER. *Common Pollution Prevention Practices in Printing Industry*. Illinois, 1997.
- ANCHOR. *Guía a la química en el área de prensa*. Floride, 1993.
- ANCHOR. *Guía de productos de limpieza para mantillas y rodillos de Impresión*. Floride, 1993.

- ANCHOR. *Haciendo el cambio a los productos que promueven el equilibrio con la naturaleza para la limpieza de mantillas y rodillos de impresión*. Floride, 1993.
- HEIDELBERG. *Impresión & Medio Ambiente* núm. 5 y 9. Allemagne, avril 2002.
- EPA. *Solutions for Lithographic Printers*. Washington, septembre 1997.
- IOWA WASTE REDUCTION CENTER. *Pollution Prevention Implementation Plan for Printing Industries*.
- IOWA WASTE REDUCTION CENTER. *Pollution Prevention Manual for Lithographic Printers*. Iowa, mars 1994.
- AGFA. *Equilibrio agua/tinta*. Avril 1998.
- EPA DfE. *Design for the environment*. Recueil différentes publications de minimisation de la pollution dans les différentes techniques d'impression du secteur de l'imprimerie et des industries annexes.
- INGENIERÍA QUÍMICA. *Optimización de sistemas de destrucción de VOC*. Avril 1998.

SITES WEB UTILES CONCERNANT CE PROJET :

<http://www.tunisieindustrie.nat.tn>

Agence de promotion de l'industrie (API), Tunisie

<http://www.assografici.it>

Associazione Nazionale Italiana Industrie Grafiche Cartotecniche e Transformatrici (Assografici), Italie

www.ficg.fr

Fédération de l'imprimerie et de la communication graphique (FICG), France

www.gzs.si/ENG/ccis/branch/publish/index.htm

Chamber of Commerce and Industry of Slovenia (CCIS) - Publishing and Printing Association

<http://www.epa.gov/dfc/projects/index.htm>

US Environmental Protection Agency

<http://www.asefapi.es/AreaPublica/AreaPublica.htm>

Asociación Española de Fabricantes de Pinturas y Tintas de Imprimir

<http://www.iwrc.org>

Iowa Waste Reduction Center

<http://www.pneac.org>

Printer's National Environmental Assistance Center

<http://www.gencat.es>

Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya
(Ministère de l'environnement du Gouvernement de la Catalogne)

<http://www.wmrc.uiuc.edu/manuals/printing/toc.htm>

Waste Management & Research Center

<http://www.calitrol.com>

Information sur différents produits consommables

<http://www.inelme.com>

Information sur différents produits consommables

<http://www.coateslorilleux.com>

Information sur différents produits consommables

<http://www.varn.com/kompacll.html>

Information sur différents produits consommables et systèmes de mouillage automatique

<http://www.cambrescat.es>

Consell General de Cambres de Comerç de Catalunya

<http://www.kodak.com/US/en/corp/hse/prodSearchMSDS.html>

Fiches de sécurité de plusieurs produits

<http://graphics.agfa.com>

Information diverse

<http://www.artesgraficas.com>

Information technique et des affaires pour l'industrie de l'imprimerie et les industries annexes en Amérique Latine

<http://www.flexography.org/welcome.cfm?CFID=1946748&CFTOKEN=40312198>

Flexographic Technical Association

<http://junres.gencat.net/junta/publicacions/pdf/dissolvents.pdf>

Junta de Residus de la Generalitat de Catalunya

<http://www.wk-gmbh.com/espanol.html>

Contrôle/traitement des gaz résiduels

<http://www.envirolink.org>

Source d'information sur l'environnement

<http://www.istas.net/ma/areas/residuos/caso08.pdf>

Information sur l'environnement

<http://www.waterless.org/NwaterWashable/default.htm>

Waterless Printing Association

<http://www.infoserigrafia.com>

Association de sérigraphie

<http://www.tecnomaq.com.mx/articulos.html>

Articles d'information sur les types d'impression

<http://www.flexografia.com/portal/index.php>

Information - ressources - affaires

<http://www.aad-andalucia.org/boletin/ficheros/GLOSARIOCPG.pdf>

Glosario Técnico de la Industria Gráfica.

http://www.mx.heidelberg.com/03_pro/frm_pro.htm

Information sur les presses

RANÉ

RE

**Centre d'Activités Régionales
pour la Production Propre (CAR/PP)**

París, 184, 3a planta - 08036 Barcelone (Espagne)
Tél. : +34 93 415 11 12 - Fax : +34 93 237 02 86
E-mail : cleanpro@cema-sa.org
<http://www.cema-sa.org>