

Rédacteur
David Richardson

Table des matières

L'imprimerie et l'édition	<i>Gordon C. Miller</i>	85.2
Les services de reprographie	<i>Robert W. Kälpper</i>	85.6
Les problèmes de santé et les types de maladies	<i>Barry R. Friedlander</i>	85.10
Vue d'ensemble des problèmes environnementaux	<i>Daniel R. English</i>	85.13
Les laboratoires photographiques professionnels	<i>David Richardson</i>	85.15
Encadré		
Généralités	<i>David Richardson</i>	85.2

● L'IMPRIMERIE ET L'ÉDITION

Gordon C. Miller

Les procédés d'impression: généralités

L'invention de l'imprimerie remonte au XI^e siècle et se situe en Chine. Vers 1450, Gutenberg créa les caractères mobiles et inventa la presse à imprimer; il mit ainsi au point l'impression typographique, généralisée depuis dans le monde entier. A partir de cette époque, l'imprimerie a connu un essor considérable, passant de la simple impression de mots sur une feuille de papier à celle de textes et d'autres motifs graphiques sur papier ou sur d'autres matériaux (supports). Au XX^e siècle, l'emballage de toutes sortes de produits de grande consommation a fourni à l'imprimerie un débouché supplémentaire. Les imprimés, les emballages et les brochures publicitaires ainsi que les produits ennoblis par les procédés connexes d'apprêt (papiers couchés ou glacés, couvertures plastifiées) font aujourd'hui partie de la vie quotidienne.

L'impression de mots et d'illustrations sur du papier ou sur d'autres supports évolue dans des directions que l'on ne pouvait imaginer il y a quelques années seulement. Les industries graphiques mettent en œuvre aujourd'hui une très vaste gamme de procédés allant des anciennes méthodes traditionnelles aux technologies les plus récentes faisant appel aux ordinateurs. L'imprimerie englobe désormais toutes les techniques, depuis les caractères en plomb utilisés sur des presses à plat jusqu'aux rotatives modernes à bobines et aux machines d'impression directe (voir figure 85.1). Pour certaines applications, ces différentes techniques sont utilisées en parallèle.

Il existe quatre grands procédés d'impression qui comportent chacun des risques pour la sécurité, la santé et l'environnement.

1. *La typographie (impression en relief)*. Utilisé depuis de très nombreuses années pour les travaux de ville et l'édition, ce procédé consiste à créer des formes imprimantes qui acceptent l'encre sur leurs parties saillantes. L'encre déposée est ensuite transférée par pression sur le papier ou tout autre support apte à la recevoir.

Il existe plusieurs méthodes de composition, en particulier l'assemblage de caractères mobiles à la main ou sur des

Figure 85.1 • Finition après impression: la bande continue est découpée en feuilles puis façonnée pour obtenir le produit fini



Généralités

L'imprimerie, les laboratoires photographiques et la reprographie occupent une place importante dans l'économie mondiale. Le secteur de l'imprimerie est très diversifié, tant par les technologies utilisées que par la taille des entreprises. Les procédés d'impression décrits dans le présent chapitre sont les plus couramment employés. Si l'on considère le volume de production, on constate qu'il existe un nombre limité de grandes entreprises à côté d'une multitude de petits ateliers. En termes économiques, le secteur de l'imprimerie se situe parmi les plus importants, générant au niveau mondial un chiffre d'affaires annuel de plus de 500 milliards de dollars E.-U. Le secteur de la photographie commerciale est également très diversifié, avec quelques entreprises importantes et beaucoup de laboratoires de taille modeste. Le volume des travaux photographiques est réparti à parts pratiquement égales entre grands et petits ateliers. Le marché de la photographie commerciale réalise dans le monde un chiffre d'affaires annuel d'environ 60 milliards de dollars E.-U., les travaux de finition représentant 40% environ de ce total. Quant au secteur de la reprographie et de la duplication, il regroupe des ateliers de plus petite taille qui, en produisant près de 2×10^{12} copies par an, atteignent un chiffre d'affaires de 27 milliards de dollars E.-U. A cela s'ajoutent les services de reprographie et de duplication présents à plus petite échelle au sein de la plupart des organismes et entreprises.

Dans les industries considérées, les problèmes liés à la sécurité, à la santé et à l'environnement évoluent sans cesse du fait de l'arrivée sur le marché de produits de substitution moins dangereux, de stratégies d'hygiène industrielle inédites et de l'avènement de nouvelles technologies, en particulier des procédés numériques, de l'imagerie électronique et de l'informatique. De nombreux problèmes de sécurité et de santé autrefois importants (l'utilisation de solvants dans l'imprimerie ou du formaldéhyde comme stabilisant dans les bains de développement photographique, par exemple) vont disparaître en raison de l'emploi de produits de substitution ou de l'adoption de nouvelles stratégies de gestion des risques. Des défis inconnus en matière de sécurité, de santé et d'environnement ne manqueront toutefois pas de se poser, et il incombera aux spécialistes de les affronter. C'est dire à quel point le rôle de la surveillance sanitaire et environnementale sera capital si l'on veut disposer d'une stratégie efficace de gestion des risques dans les secteurs de l'imprimerie, de la photographie et de la reprographie.

David Richardson

machines telles que la linotype qui moulent des lignes complètes justifiées. Ces procédés conviennent aux travaux d'impression simples à faible tirage. Pour des tirages plus importants, il est préférable d'employer des clichés en métal, en plastique ou en caoutchouc. En cas d'emploi de clichés en caoutchouc ou en un autre matériau souple, le procédé est souvent appelé flexographie.

Les encres utilisées en typographie sont à base de solvants ou d'eau. Certaines encres plus récentes, destinées au séchage par ultraviolet ou basées sur des systèmes physico-chimiques, sont mises au point.

2. *L'héliogravure (procédé en creux)*. Dans ce procédé, la forme imprimante est gravée en creux dans une plaque ou un cylindre. La forme est placée ensuite dans un bac rempli d'encre. Une raclette élimine de la surface de la forme l'encre excédentaire déposée hors des alvéoles. La plaque ou le cylindre sont ensuite pressés

contre le papier ou tout autre support. Ce procédé convient tout particulièrement aux imprimés à fort tirage, tels que les magazines et les emballages.

Les encres sont généralement à base de solvants, le plus courant étant le toluène. L'utilisation d'encres à base d'huile de soja et d'eau se répand avec un certain succès, mais cette nouvelle technologie ne convient pas pour toutes les applications.

3. *L'offset (impression à plat sans relief ni creux)*. Ce procédé, inventé peu après 1900, repose sur le principe bien connu de répulsion entre la graisse et l'eau. L'emploi de plaques polymétalliques permet de créer deux types d'états de surface: des zones qui retiennent l'eau et d'autres qui la repoussent, mais qui acceptent l'encre grasse. La zone qui retient l'encre porte l'image, tandis que la zone hydrophile devient le fond ou la zone non imprimante. Ainsi, l'encre adhère uniquement à certaines zones définies pour être transférée ultérieurement sur le papier ou un autre support. Dans de nombreux cas, cette étape implique le report ou décalque (en anglais «offset») de l'encre sur une surface intermédiaire garnie de caoutchouc, le *blanchet*, qui est ensuite pressée contre le papier ou le support. Ce procédé indirect est largement employé pour l'impression de nombreux imprimés et emballages.

Il importe de noter que les procédés d'impression indirects n'impliquent pas tous l'emploi d'une forme planographique. En effet, selon les impératifs du principe choisi, d'autres procédés d'impression peuvent également utiliser des éléments empruntés à l'offset.

Les encres dont on se sert en offset sont généralement à base de solvants (c'est-à-dire non aqueuses), mais le développement d'encres sans solvants progresse rapidement.

4. *La sérigraphie (impression à l'aide d'un écran ou pochoir)*. La sérigraphie utilise un pochoir posé sur un écran à maille fin. L'encre est appliquée sur le pochoir puis pressée à l'aide d'une raclette. Elle traverse ainsi l'écran pour venir se déposer sur le papier ou tout autre support placé au-dessous. La sérigraphie est souvent employée pour des travaux d'impression relativement simples, de faible volume, pour lesquels elle peut être avantageuse en termes de coût. On l'emploie volontiers pour les textiles, les affiches, les présentoirs et les papiers peints.

Les encres de sérigraphie sont à base de solvants ou d'eau, ce choix dépendant fortement du support à imprimer. La couche appliquée étant souvent plus épaisse, les encres sont généralement plus visqueuses que celles utilisées pour d'autres procédés d'impression.

La préparation du document à imprimer

La préparation d'un document pour l'impression comprend le montage des différents éléments à reproduire, à savoir les textes, photographies, illustrations et dessins. Ces éléments doivent être entièrement finalisés, car aucune modification ne pourra leur être apportée après la confection des plaques. C'est à ce stade que l'on applique les principes des arts graphiques pour assurer la réussite esthétique du produit final.

Cette étape préparatoire est généralement considérée comme moins dangereuse pour la sécurité et la santé que les phases suivantes d'impression proprement dite. La création des originaux et des maquettes est susceptible d'entraîner une fatigue physique considérable et de présenter des risques pour la santé liés à l'emploi de pigments, de dissolution de caoutchouc, d'adhésifs ou d'autres substances appliquées sous forme de spray. Le recours à l'ordinateur a heureusement permis d'éliminer une bonne partie de ces substances. La question est examinée dans l'article «Les arts graphiques» du chapitre n° 96, «Les arts, les loisirs et les spectacles». Les risques potentiels liés au travail sur écrans et ordinateurs sont

traités ailleurs dans l'Encyclopédie, notamment dans le chapitre n° 52, «Les terminaux à écran de visualisation». Une bonne ergonomie des postes de travail permet de réduire ces risques.

La confection des clichés

Les plaques ou cylindres utilisés avec les techniques modernes d'impression sont fabriqués soit par procédé photographique, soit par montage informatisé. La confection des plaques commence souvent par l'emploi d'un banc de reproduction destiné à créer une image qui pourra ensuite être transférée sur une plaque par des moyens photochimiques (photogravure). C'est à ce stade qu'il convient de séparer les couleurs et de définir les éléments déterminants pour la qualité de l'impression (comme la trame des illustrations). Comparé au matériel photographique courant, celui qui sert à la confection des clichés est plus sophistiqué. La production d'imprimés de qualité nécessite en effet un niveau exceptionnel de netteté, de sélection fidèle des couleurs et de précision de repérage. L'arrivée de l'ordinateur a éliminé une grande partie des travaux de montage et de retouche manuels des images.

Les risques potentiels liés aux opérations de photogravure sont comparables à ceux de l'industrie photographique, étudiés plus loin dans le présent chapitre. Il importe de limiter les risques d'exposition aux produits chimiques pendant la confection des clichés.

Une fois que l'image a été créée, le cliché est fabriqué à l'aide de procédés photomécaniques dont les principaux peuvent être classés comme suit:

Les méthodes manuelles. On peut graver la plaque en creux à l'aide d'outils à main, de pointes sèches et de burins. Une autre solution consiste à créer des zones hydrophobes sur une plaque offset à l'aide de crayons gras (il s'agit généralement d'une méthode utilisée pour les petits tirages ou pour des travaux spéciaux).

Les méthodes mécaniques. Le relief est créé dans la plaque au moyen de roulettes, de berceaux et d'autres types d'équipements mécaniques. D'autres appareils peuvent être utilisés pour produire des zones hydrophobes sur les plaques.

Les méthodes électrochimiques. On emploie des procédés galvaniques pour déposer des couches métalliques sur les plaques ou les cylindres.

Les méthodes électroniques. Les plaques et les cylindres sont gravés sur des bancs à commande électronique.

Les méthodes électrostatiques. On recourt à la xérogaphie ou à des méthodes similaires pour obtenir sur une plaque ou un cylindre soit un motif en creux, soit des éléments d'image hydrophobes.

Les méthodes photomécaniques. Elles permettent de reporter sur la plaque ou sur le cylindre des images photographiques au moyen d'une couche photosensible déposée sur le métal. Le report photomécanique est le mode le plus courant de fabrication des plaques. Dans bien des cas, deux ou plusieurs méthodes peuvent être associées pour fabriquer un cliché.

Compte tenu de la diversité des procédés applicables, la réalisation des clichés présente une grande variété de risques pour la sécurité et la santé. Les méthodes mécaniques, moins utilisées aujourd'hui, ont longtemps été la cause de problèmes de sécurité spécifiques, essentiellement liés à l'usage d'outils à main et à la multitude d'équipements mécaniques dans les ateliers. Les risques pour les mains et les dispositifs de protection correspondants sont caractéristiques de la réalisation des clichés par des procédés mécaniques qui impliquent souvent l'emploi d'huiles et de solvants susceptibles d'être inflammables ou toxiques.

Dans de nombreux ateliers, des méthodes relativement anciennes côtoient encore souvent des équipements modernes, de sorte que les risques peuvent être disséminés. Si la forme imprimante se compose de lignes de caractères, on a affaire à une linotype, autrefois courante dans la plupart des ateliers d'imprimerie, qui permet de composer des lignes complètes de texte (lignes-blocs) en

fondant du plomb dans des matrices de caractères. La nécessité de maintenir le plomb en fusion dans un creuset situé dans l'atelier entraîne de sérieux risques pour la santé. Le plomb, traité au chapitre n° 63 de l'*Encyclopédie*, «Les métaux: propriétés chimiques et toxicité», peut pénétrer dans l'organisme par inhalation de ses composés ou, à l'occasion de la manipulation des caractères en plomb ou à base de plomb, par contamination cutanée susceptible d'entraîner une absorption de ce métal et, par voie de conséquence, une légère intoxication chronique qui se manifeste essentiellement par des troubles du système nerveux et des reins.

Pour créer une image sur une plaque ou un cylindre, d'autres méthodes de fabrication des clichés reposent sur des procédés chimiques bien connus en galvanoplastie et en gravure. Ces procédés mettent en œuvre divers produits chimiques, en particulier des acides et des métaux (zinc, chrome, cuivre et aluminium) ainsi que des résines organiques de synthèse destinées à former certaines des couches supérieures de la plaque elle-même. Plusieurs procédés chimiques font appel aujourd'hui à des solvants dérivés du pétrole. Il importe évidemment de prendre en compte les risques pour la santé liés à l'utilisation de ces produits. Une bonne ventilation est essentielle dans les locaux où ces produits chimiques sont mis en œuvre, ainsi que le port d'un équipement de protection individuelle approprié. Il convient également de tenir compte des effets potentiels sur l'environnement des produits corrosifs et des métaux lourds. Le stockage et le mélange de ces produits chimiques comportent également des risques pour la santé qui peuvent être importants en cas de déversements accidentels.

Certains procédés de clichage employés pour reporter des images sur une plaque ou un cylindre peuvent aussi présenter des dangers. Les plus courants donnent naissance à des résidus métalliques susceptibles de constituer un problème pour les opérateurs. Les techniques plus récentes utilisent une tête laser pour graver l'image dans le matériau de la plaque. Même si cette technique permet d'éliminer certaines étapes du processus de confection des clichés, le faisceau laser constitue un risque pour les yeux et la peau. Le laser est parfois aussi employé pour ramollir des matériaux comme le plastique, ce qui évite de les faire chauffer jusqu'à leur vaporisation; il permet alors d'éviter les problèmes liés aux vapeurs et aux fumées sur le lieu de travail.

Dans la plupart des cas, la confection des clichés ne représente qu'une étape relativement courte dans le cycle de fabrication complet d'un imprimé. Les risques sont d'ailleurs limités du fait du nombre réduit de personnes participant à cette opération et des quantités peu importantes de produits chimiques mis en œuvre. Au fur et à mesure de l'évolution technologique, le nombre des étapes nécessaires au report de l'image sur une plaque diminue, ce qui réduit encore les risques potentiels pour les travailleurs et l'environnement.

La fabrication des encres

Selon le procédé choisi, on emploie différents types d'encres et de vernis. Les encres sont essentiellement composées d'un véhicule ou liant et de pigments ou de colorants et de résines.

Le véhicule permet de maintenir les pigments et autres composants en suspension jusqu'à ce que l'encre soit sèche. Les véhicules dont on se sert le plus souvent en imprimerie sont des alcools, des esters (acétates), des cétones et l'eau. Les encres destinées à l'héliogravure ont généralement une forte teneur en toluène. Les encres plus récentes peuvent contenir de l'huile de soja époxydée et d'autres produits chimiques moins dangereux, car non volatils.

Parmi les autres composants des encres classiques figure le liant résine qui sert à fixer les pigments sur le support d'impression après séchage du solvant. Des résines organiques, dont certaines sont naturelles et d'autres synthétiques (en particulier les résines acryliques) entrent couramment dans la composition des encres.

Les pigments donnent les couleurs. Leurs bases proviennent de différents produits chimiques, y compris des métaux lourds et des matières organiques.

Les encres à séchage par rayonnement ultraviolet (UV) sont à base d'acrylates et ne contiennent pas de véhicule. Réduites le plus souvent à un simple système résine/pigment, elles ne sèchent pas en l'absence d'UV. Les acrylates qui entrent dans leur composition sont des sensibilisants potentiels de la peau et des voies respiratoires.

La fabrication des encres comporte de nombreux risques pour la sécurité et la santé. Elles contiennent des solvants inflammables et exigent l'installation d'un système efficace de protection contre l'incendie dans tous les locaux affectés à cette fabrication, avec têtes automatiques de pulvérisation (sprinklers) et extincteurs portatifs en parfait état de fonctionnement. Les travailleurs doivent connaître ces équipements. Les installations électriques doivent être de type antidéflagrant ou à sécurité intrinsèque. L'élimination des charges d'électricité statique revêt une importance cruciale, car de nombreux solvants sont susceptibles de générer des charges statiques lorsqu'ils s'écoulent dans des tuyaux souples en plastique ou qu'ils se trouvent en suspension dans l'air. Il est fortement recommandé de maintenir un taux d'humidité suffisant et de prévoir une mise à la terre ou à la masse pour dissiper l'électricité statique.

Les installations de mélangeage, depuis les petits mélangeurs jusqu'aux cuves de grande capacité, peuvent présenter de nombreux dangers de nature mécanique. La protection doit être assurée par mise sous capot ou par d'autres moyens. En cas de dépose des capots lors des opérations de maintenance, il est indispensable de verrouiller les organes de commande en position d'arrêt.

Compte tenu des grandes quantités de produits mises en œuvre, leur manipulation comporte également des risques. Chaque fois que la chose est faisable, les composants seront acheminés vers les points de mélangeage en conduits fermés; toutefois, dans certains cas, ils devront être transportés manuellement dans des sacs, des fûts ou d'autres récipients, ce qui implique des risques de lombalgies, de hernie et d'autres troubles liés à des efforts excessifs. Le personnel devrait être familiarisé avec les méthodes correctes de soulèvement et recourir si possible à des engins de manutention mécanique.

Les opérations de manutention présentent également des risques de déversements accidentels et d'incidents liés à la nature même des produits chimiques transportés. Il convient donc de mettre en place des mesures destinées à faire face à des situations d'urgence et de prendre toutes précautions utiles pour éviter les déversements accidentels et les contacts entre substances incompatibles.

La nature des produits chimiques mis en œuvre et la nécessité d'en stocker d'importantes quantités peuvent entraîner des risques d'intoxication pour le personnel; chaque composant — qu'il s'agisse du véhicule, de la résine ou du pigment — devra faire l'objet d'une évaluation de ces risques. Des prélèvements et des analyses permettront de déterminer si les expositions peuvent être considérées comme admissibles. Une ventilation efficace devrait être mise en place et l'opportunité d'un équipement de protection individuelle devrait être examinée. Des dispositions seront prises pour faire face aux situations d'urgence; des douches de secours, des fontaines d'irrigation oculaire, des trouses d'urgence et une surveillance médicale seront prévues pour parer aux lésions de la peau, des yeux, des voies respiratoires et d'autres organes. Les effets répertoriés à ce jour peuvent aller d'une simple dermatose résultant de l'exposition de la peau à des solvants, jusqu'à des lésions organiques plus durables imputables à l'exposition à des pigments à base de métaux lourds (comme le chromate de plomb) présents dans certaines encres. Compte tenu des nombreux ingrédients entrant dans la composition des encres et des vernis, le

spectre de toxicité possible est étendu. Avec l'apparition de nouvelles technologies, celle des encres par séchage UV, par exemple, le danger pourrait changer de nature, les risques liés aux solvants habituels évoluant vers une sensibilisation due à des contacts répétés avec la peau. Il importe d'identifier avec soin les risques associés aux produits chimiques entrant dans la fabrication des encres et des vernis, de préférence avant leur mélangeage sur place.

Etant donné que de nombreuses encres contiennent des substances potentiellement dangereuses pour l'environnement, il faut éviter les pollutions au cours du processus de fabrication. De plus, les sous-produits (en particulier les agents de nettoyage et les résidus) devront être gérés avec précaution afin de réduire leur impact sur l'environnement.

Compte tenu de la grande importance accordée au niveau mondial au respect de l'environnement, des fabricants ont lancé sur le marché des encres plus «écologiques» à base d'eau et contenant des résines et des pigments moins toxiques. Cette évolution devrait contribuer à la réduction des risques liés à la fabrication des encres.

L'impression

L'impression ou, plus précisément, le tirage, consiste à encreur la plaque, puis à transférer l'encre sur le support. Dans l'offset, on utilise des presses à trois ou à quatre cylindres. L'image est d'abord reportée d'une feuille (forme imprimante) enroulée autour d'un cylindre porte-plaques sur un cylindre intermédiaire revêtu d'un blanchet en caoutchouc avant d'être déposée sur le support porté par un cylindre de contre-pression. Les presses à quatre cylindres — qui impriment en un seul passage les deux côtés du papier et sont dites aussi «presses blanchet contre blanchet» — sont faites de deux groupes à trois cylindres ayant perdu leur cylindre de contre-pression. Elles sont utilisées généralement sur les rotatives à bobines, les machines à trois cylindres étant réservées aux presses à feuilles.

Même si le papier est l'un des supports d'impression les plus courants, il n'est pas le seul; de nombreuses étiquettes fantaisie sont imprimées sur film de polyester, métallisé sous vide, au moyen de techniques d'impression conventionnelles. Les plastiques laminés peuvent être introduits dans la presse sous forme de feuilles ou contrecollés sur une bande continue qui est ensuite découpée en fonction des spécifications d'emballage.

Comme l'impression se fait souvent en couleurs, on a recours à des configurations comprenant plusieurs groupes de cylindres en ligne. Ces machines sont équipées de dispositifs optoélectroniques destinés à assurer un repérage précis des couleurs et à maintenir le positionnement correct du pli, ainsi que de dispositifs de contrôle sophistiqués dont la fonction est de régler la vitesse et la tension du support dans des limites fixées.

Les risques liés à la conduite des presses sont similaires en partie à ceux inhérents à la fabrication des encres; le danger d'incendie est particulièrement important et il est nécessaire de prévoir des sprinklers automatiques et d'autres moyens de lutte contre le feu. Certains dispositifs peuvent être montés directement sur les presses, en complément des extincteurs portatifs dont la présence est impérative. Les installations électriques doivent satisfaire aux exigences réglementaires (protection antidéflagrante ou sécurité intrinsèque). La lutte contre l'électricité statique est également importante, en particulier en présence de solvants comme l'alcool isopropylique et sur les presses à bobines. Outre l'électricité statique susceptible d'être générée par la circulation de liquides inflammables dans des tuyaux en plastique ou au contact de l'air, il faut tenir compte du fait que la plupart des films en plastique et des bandes de papier produisent aussi des charges électrostatiques très importantes lors de leur passage sur des cylindres métalliques. Le maintien d'un certain degré d'humidité et la mise à la terre ou

à la masse seront complétés par des dispositifs antistatiques placés sur les rotatives.

La manipulation et le stockage des supports d'impression (bobines, etc.) et des encres posent également des problèmes. Il convient de limiter le plus possible les manutentions manuelles et de dispenser des informations et une formation appropriées. Il ne faut pas sous-estimer les dangers d'ordre mécanique liés au mouvement rapide des éléments de machine (la vitesse linéaire de défilement du support d'impression peut dépasser 7 m/s) et aux nombreux angles rentrants des cylindres, etc. Il est impératif de doter les machines de carters de protection, de dispositifs d'arrêt d'urgence, de commandes par impulsions et d'alarmes sonores, ainsi que de systèmes de signalisation et de verrouillage en position d'arrêt pendant les opérations de réglage, de réparation et de maintenance.

Compte tenu du grand nombre de pièces en rotation et des vitesses couramment utilisées en impression, le bruit constitue souvent un problème important, en particulier lorsque plusieurs rotatives tournent simultanément, comme dans les imprimeries de journaux. Si les niveaux sonores dépassent les limites admissibles, il faut mettre en place des programmes de conservation de l'audition comportant également des mesures techniques de lutte contre le bruit.

Bien que le séchage de l'encre s'opère souvent à l'air à proximité de la presse, il est recommandé de prévoir des sècheurs, généralement en forme de tunnels, de façon à réduire l'exposition des opérateurs aux solvants volatils.

Aux vitesses élevées, il se forme parfois des brouillards d'encre. Les vapeurs de solvant dégagées pendant le séchage et les particules d'encre en suspension dans l'air présentent un risque d'inhalation de produits chimiques potentiellement toxiques. En outre, les travaux de routine liés au tirage, comme le remplissage des bacs et des encriers ou le nettoyage des cylindres, peuvent impliquer un contact avec les encres et les solvants de nettoyage.

Il est donc indiqué de procéder à des prélèvements et de prévoir une ventilation appropriée ainsi que des équipements de protection individuelle. Les nouvelles encres et les nouveaux vernis présentent des avantages sous l'angle technique, mais ne sont pas pour autant dépourvus de risques. Ainsi, les encres à séchage UV sont des sensibilisants potentiels en cas de contact avec la peau et représentent indirectement un risque d'exposition à de dangereux niveaux de rayonnements UV.

Les émissions générées par les travaux d'impression, auxquelles s'ajoutent les effluents de nettoyage et les résidus d'encres, constituent autant de menaces pour l'environnement. Il peut être nécessaire de capter, de détruire ou de récupérer les vapeurs de solvants dégagées par les encres après l'impression. Il importe de mettre en œuvre une gestion minutieuse des déchets afin de réduire le plus possible leur impact sur l'environnement. Des travaux de recherche sont effectués pour élaborer de nouveaux solvants mieux adaptés au nettoyage, ce qui devrait permettre de réduire les émissions et les risques d'exposition. Une analyse approfondie des techniques de nettoyage pratiquées devrait permettre de déterminer s'il existe d'autres possibilités que les solvants et, notamment, des produits à base d'eau ou d'huiles végétales répondant aux exigences spécifiques de l'imprimerie. Toutefois, les produits de nettoyage à base d'eau peuvent être contaminés par des encres contenant des solvants et nécessiter de ce fait une gestion attentive, aussi bien dans les ateliers d'impression que lors de leur élimination.

Les opérations de finition

Une fois imprimé, le support exige généralement quelques opérations de finition avant d'être conditionné en vue de son utilisation finale. Certains imprimés peuvent être acheminés directement de la presse à des machines qui procèdent à leur emballage, collage

et étiquetage. Dans d'autres cas, de nombreuses opérations de pliage, de refente (si nécessaire), de rognage et de mise au format sont nécessaires avant l'assemblage final des livres ou autres imprimés.

Les dangers pour la sécurité et la santé inhérents aux opérations de finition sont essentiellement d'origine mécanique. Ils visent surtout la mise au format par découpe qui comporte des risques de coupures au niveau des doigts, des mains, des poignets et des avant-bras. Il importe d'équiper les machines de dispositifs de protection formant partie intégrante de celles-ci. Les opérateurs devront également veiller à manier avec prudence les couteaux et les lames. Les massicots de grande dimension nécessitent le même degré d'attention pour ce qui est des dispositifs de protection et de la formation des opérateurs.

Les opérations de finition exigent de fréquentes manipulations des produits, aussi bien des produits semi-finis à traiter que des imprimés conditionnés et prêts à l'expédition. Il est indiqué de recourir autant que possible à des engins mécaniques tels que chariots élévateurs, appareils de levage et auxiliaires de manutention. Si le levage et la manutention doivent s'effectuer à la main, il convient de former les opérateurs aux méthodes de travail correctes.

Une analyse des opérations de finition montre qu'elles peuvent occasionner des contraintes excessives; il pourra s'avérer nécessaire d'aménager certains postes de travail pour les ramener à un niveau tolérable. Le recours à une forme ou l'autre d'automatisation pourra souvent alléger le travail; il subsistera néanmoins toujours des tâches de manutention manuelle susceptibles d'entraîner des contraintes excessives. La rotation des postes permettra parfois d'en réduire la fréquence et l'intensité.

L'avenir de l'imprimerie

L'impression de textes et d'illustrations sur papier ou tout autre support sera toujours une nécessité. Toutefois, l'imprimerie de demain impliquera un transfert plus direct des données de l'ordinateur à la presse ainsi qu'une édition électronique, dans laquelle le texte et les images viendront impressionner des supports électromagnétiques ou autres. Comme l'édition électronique ne peut être visualisée et lue qu'au moyen d'un équipement électronique, les textes imprimés et la littérature passeront progressivement du support imprimé au support électronique. Cette évolution réduira certes une large part des risques mécaniques liés à l'impression, mais elle pourrait bien accroître le nombre des problèmes de nature ergonomique.

● LES SERVICES DE REPROGRAPHIE

Robert W. Kilpper

Le bureau moderne peut regrouper plusieurs types de machines de reprographie, allant de l'omniprésent photocopieur à sec jusqu'à la tireuse de plans (diazocopie), en passant par le télécopieur et d'autres types de duplicateurs. Dans le présent article, ces différents équipements sont classés par grandes catégories. En raison de leur usage très répandu, les photocopieurs à sec feront l'objet d'une attention particulière.

Les photocopieurs et les imprimantes laser

Mode de fonctionnement

La plupart des étapes de l'*électrophotographie conventionnelle* (xérogaphie) sont comparables à celles de la photographie. Au cours de l'exposition, le texte ou l'illustration à reproduire sont éclairés par une lumière intense; l'image ainsi obtenue est projetée par un système optique sur un tambour photoconducteur dont la surface

perd sa charge électrique aux endroits atteints par la lumière. Le faisceau lumineux reproduit donc à la surface du tambour une image identique à celle de l'original à copier. Un révélateur, généralement composé de grosses perles auxquelles adhèrent des particules porteuses d'une charge électrostatique, est ensuite transporté vers le tambour photoconducteur par un dispositif en cascade ou par un processus magnétique. L'image latente, présente à l'état électrostatique sur le tambour, est révélée par attraction électrostatique des fines particules d'une poudre de charge opposée appelée toner qui quittent le révélateur pour venir se fixer sur la copie. Enfin, le toner qui avait adhéré à l'image latente est reporté par transfert de charges électrostatiques sur une feuille de papier sur laquelle il est fixé de façon permanente par fusion ou thermopression. Le toner résiduel est éliminé du tambour photoconducteur par nettoyage avant d'être évacué vers un bac pour toner usagé. Le tambour est alors préparé pour le cycle d'exposition suivant. Comme la copie ne retient que le toner, le révélateur est renvoyé à son réservoir où il est mélangé à du toner frais injecté en quantité dosée par un flacon ou une cartouche interchangeable.

De nombreuses machines utilisent à la fois la pression et la chaleur pour fixer l'image formée par le toner sur le papier. La chaleur est fournie par un cylindre chauffant qui entre en contact avec la surface recouverte de toner. Selon les caractéristiques du toner et du cylindre, il arrive parfois qu'une partie du toner reste à la surface du cylindre au lieu d'adhérer au papier, ce qui entraîne un effacement partiel de l'image sur la copie. Pour y remédier, un lubrifiant de fixation, généralement un liquide à base de silicone, est appliqué sur la surface du cylindre.

Dans l'*impression laser*, l'image est d'abord convertie en un format électronique; elle est soit numérisée au moyen d'un scanner qui la transforme en une série de très petits points (pixels), soit générée directement sous forme numérique sur un ordinateur. L'écriture de l'image numérisée sur le tambour photoconducteur de l'imprimante est ensuite assurée par un faisceau laser. Les étapes suivantes sont pour l'essentiel identiques à celles de l'électrophotographie conventionnelle, dans laquelle l'image figurant sur le tambour photoconducteur est transférée sur le papier ou sur d'autres supports.

Certains photocopieurs utilisent le principe du *développement liquide*. Ce procédé diffère du procédé à sec conventionnel dans la mesure où le révélateur est généralement un hydrocarbure liquide contenant de fines particules de toner en suspension. Le développement et le transfert s'opèrent généralement comme dans les procédés conventionnels, à cette différence près que le révélateur vient mouiller le tambour photoconducteur et que la copie humide est séchée par évaporation du liquide résiduel par application de chaleur ou de chaleur et de pression.

Les matériaux

Les produits consommables utilisés en photocopie sont les toners, les révélateurs, les lubrifiants de fixation et le papier. Bien qu'ils ne soient généralement pas considérés comme des produits consommables, les tambours photoconducteurs, les cylindres de fixation chauffants, les rouleaux presseurs et différents autres organes subissent une usure normale et doivent être remplacés, surtout sur les photocopieurs à grand débit. De façon générale, le remplacement de ces pièces n'est pas considéré comme étant du ressort de l'utilisateur, car leur dépose et leur réglage nécessitent une certaine expertise. Toutefois, de nombreux appareils de conception récente comportent des ensembles regroupant le tambour photoconducteur et le cylindre de développement sous forme d'unités remplaçables par l'utilisateur. Sur ces machines, les cylindres de fixation et les autres pièces sont conçus pour résister à l'usure pendant toute la durée de vie de la machine ou font l'objet d'une maintenance distincte. Certains constructeurs s'orientent vers une

réduction des coûts d'entretien et une plus grande commodité d'utilisation, en facilitant notamment pour le client les opérations de maintenance, les réparations pouvant être effectuées sans risques mécaniques ou électriques et nécessitant, tout au plus, un appel téléphonique à un centre d'assistance technique.

Ce sont les *toners* qui assurent la formation de l'image sur la copie obtenue. Les toners secs sont de fines poudres composées de plastiques, de pigments et de petites quantités d'additifs remplissant des fonctions particulières. Le principal constituant d'un toner sec est généralement un copolymère: styrène-acrylonitrile, styrène-butadiène ou polyester, le plus souvent. Dans les toners noirs, on emploie comme colorant différents noirs de carbone ou des pigments, tandis que la copie couleur utilise des colorants ou pigments. Au cours de la fabrication du toner, le noir de carbone ou le colorant et le polymère sont mélangés par fusion, de sorte que ce dernier vient enrober la plus grande partie du colorant. Les toners secs peuvent également contenir des additifs internes ou externes qui facilitent la définition des caractéristiques de charge statique ou de fluidité du toner.

Les toners liquides sont comparables aux toners secs dans la mesure où ils se composent de pigments et d'additifs en suspension dans un vernis polymère, mais ils sont vendus, eux, sous forme d'une suspension dans un véhicule d'hydrocarbure isoparaffinique.

Les *révélateurs* sont généralement des mélanges de toner et d'un véhicule. Les véhicules servent littéralement à transporter le toner vers la surface du photorécepteur; ils se composent le plus souvent de matériaux à base de sable, de verre, d'acier ou de ferrite de qualités spéciales. Ils peuvent être recouverts d'une petite quantité de polymère pour obtenir le comportement voulu dans une application spécifique. Les mélanges véhicule/toner sont appelés *révélateurs binaires*. Les simples *révélateurs* (à un seul composant) ne font pas appel à un véhicule distinct: leur toner contient un constituant tel que l'oxyde de fer, ce qui nécessite un dispositif magnétique pour appliquer le révélateur sur le photorécepteur.

Les *lubrifiants de fixation* sont le plus souvent des huiles à base de silicone qui sont appliquées aux cylindres de fixation pour empêcher le report sur ce cylindre du toner déposé sur l'image. Alors que de nombreux lubrifiants sont de simples polydiméthylsiloxanes (PDMS), d'autres contiennent un composant dont la fonction est d'améliorer leur adhérence au cylindre. Dans certains cas, le lubrifiant est versé d'un flacon dans un réservoir d'où il est pompé pour être appliqué sur le cylindre de fixation. Dans d'autres photocopieurs, le lubrifiant est appliqué au moyen d'une bande de tissu saturée qui essuie une partie de la surface du cylindre. Enfin, dans certains photocopieurs et imprimantes de plus petites dimensions, c'est une simple mèche imprégnée d'huile qui assure cette application.

La plupart des photocopieurs modernes, sinon la totalité, sont conçus pour donner de bons résultats avec différents grammages de papier ordinaire, c'est-à-dire non traité. Des supports spéciaux, sans carbone, ont été mis au point pour certaines machines à grande vitesse. Il existe aussi des papiers de transfert sans chauffage permettant d'obtenir une image dans un photocopieur pour la transférer ensuite sur un tissu (T-shirt, par exemple) par thermopression. Les machines de grandes dimensions utilisées dans l'industrie et l'architecture tirent souvent leurs copies sur calques.

Les risques potentiels et les mesures de prévention

Les constructeurs ont déployé des efforts considérables pour réduire le plus possible les risques de la photocopie. Il est néanmoins indispensable de se procurer les fiches de données de sécurité (FDS) de tous les consommables ou produits chimiques mis en œuvre.

Le seul produit auquel les utilisateurs risquent d'être exposés de façon significative est sans doute le toner. Les toners secs les plus

récents ne présentent généralement aucun risque pour la peau ou les yeux, sauf chez les personnes particulièrement sensibles. De plus, les matériels de conception récente utilisent du toner en cartouche et des unités interchangeables qui réduisent très sensiblement les risques de contact avec le toner. Les toners liquides ne sont pas non plus des irritants directs de la peau. Toutefois, les hydrocarbures isoparaffiniques qui les véhiculent étant des solvants, ils risquent d'éliminer la barrière lipidique de la peau, entraînant un dessèchement et des crevasses en cas d'exposition répétée. Ces solvants peuvent également être légèrement irritants pour les yeux.

Les photocopieurs bien conçus ne présentent pas de risque d'éblouissement, même dans le cas où la platine est illuminée par le flash en l'absence de tout document original. Pour éviter une éventuelle exposition de l'opérateur à la source lumineuse, certains systèmes d'exposition sont même inhibés automatiquement en cas d'ouverture du couvercle de la platine. Toutes les imprimantes laser sont classées dans le groupe des produits laser de classe I, ce qui signifie que, dans des conditions normales de fonctionnement, le faisceau de rayonnement laser demeure confiné et ne présente dès lors aucun risque physique. En outre, il ne devrait nécessiter aucune maintenance; dans le cas fortement improbable où il serait indispensable d'accéder à l'installation, le mode d'emploi fourni par le constructeur permet, s'il est observé, d'intervenir sans danger.

Relevons enfin qu'un matériel bien conçu ne doit comporter ni arêtes tranchantes, ni zones de coincement, ni risques de choc électrique.

Les risques pour la peau et les yeux

Les toners secs, on l'a vu, ne présentent pas de risque notable pour la peau et les yeux, et l'on attendrait la même chose des lubrifiants de fixation à base d'huile de silicone. Les PDMS ont fait l'objet d'évaluations toxicologiques approfondies qui ont conclu, d'une façon générale, à leur innocuité. Même si certains PDMS de faible viscosité peuvent être irritants pour les yeux, ce n'est généralement pas le cas de ceux utilisés comme lubrifiants de fixation qui ne sont pas non plus irritants pour la peau. Toutefois, ils sont susceptibles d'occasionner une certaine gêne. Dans ce cas, on pourra laver à l'eau et au savon la région affectée de la peau et rincer abondamment les yeux à l'eau claire pendant plusieurs minutes.

Les opérateurs appelés à manipuler fréquemment des toners liquides, en particulier dans des conditions présentant des risques de projection, pourront en cas de besoin porter des lunettes de protection, des verres de sécurité munis d'une protection latérale ou un écran facial. Le port de gants en caoutchouc ou en poly(chlorure de vinyle) (PVC) permettra d'éviter les problèmes de dessèchement cutané évoqués plus haut.

Les papiers sont eux aussi généralement dépourvus de toxicité. Néanmoins, on a fait état de cas d'irritation significative de la peau en l'absence de précautions appropriées au cours des manipulations. Par ailleurs, certains procédés risquent également d'être sources de problèmes olfactifs lors de l'échauffement du papier par le dispositif de fixation d'un photocopieur à sec. Il arrive également que le papier utilisé pour les photocopieurs des bureaux d'études n'ait pas été traité correctement et qu'il dégage une odeur de solvant hydrocarboné.

Outre la base isoparaffinique présente dans les toners liquides, on emploie couramment nombre de solvants pour la maintenance des machines, en particulier des produits de nettoyage de la platine et du couvercle ainsi que des décapants, qui sont généralement des alcools ou des mélanges eau/alcool contenant de faibles quantités d'agents tensioactifs. Ces solutions sont irritantes pour les yeux mais non pas directement pour la peau. Toutefois, leur pouvoir solvant risque d'éliminer la barrière lipidique de la peau

et de provoquer des crevasses. Le port de gants en caoutchouc ou en PVC, de lunettes de protection ou de verres de sécurité munis d'une protection latérale devrait permettre d'éviter ce type de problème.

Les risques d'inhalation

L'ozone constitue généralement le principal danger pour les personnes travaillant à proximité de photocopieurs. Les autres problèmes les plus souvent cités concernent le toner, les peluches de papier et les composés organiques volatils (COV). Dans certains cas, les odeurs pourront constituer une gêne.

L'ozone est produit essentiellement par la formation de petits arcs (aigrettes) qui chargent le tambour photoconducteur lors de la préparation à l'exposition et du nettoyage. Aux concentrations généralement rencontrées en photocopie, l'ozone se reconnaît à son agréable odeur de trèfle. Son faible seuil olfactif (entre 0,0076 et 0,036 ppm) constitue un avertissement efficace dans la mesure où sa présence peut être détectée avant qu'il n'atteigne une concentration nocive. Dès qu'il atteint des concentrations susceptibles de causer des céphalées, des irritations oculaires et des difficultés respiratoires, son odeur devient forte et âcre. Il n'y a toutefois pas lieu de craindre des problèmes liés à la présence d'ozone avec des photocopieurs entretenus correctement et installés dans des zones bien ventilées. En revanche, on pourra détecter la présence d'ozone quand des opérateurs travaillent dans le courant d'air rejeté par les photocopieurs, en particulier en cas de longs tirages. Il est à noter que les odeurs identifiées comme de l'ozone par des opérateurs inexpérimentés proviennent généralement d'autres sources.

Le toner a longtemps été considéré comme une matière particulièrement gênante, ou non classée ailleurs. Des études réalisées par Xerox Corporation dans les années quatre-vingt ont montré que l'inhalation de toner provoque des réactions pulmonaires analogues à celles habituellement constatées en cas d'exposition à des matériaux particuliers insolubles. Elles ont également démontré l'absence de pouvoir cancérigène en cas d'exposition à des concentrations nettement supérieures à celles que l'on peut rencontrer dans des bureaux.

Les peluches de papier se composent de fragments de fibres de papier, de particules de colle et de charges telles que l'argile, le dioxyde de titane et le carbonate de calcium. Tous ces matériaux sont considérés comme des particules non classées ailleurs. Les informations dont on dispose actuellement indiquent qu'il n'y a pas lieu de craindre de problèmes liés à l'exposition aux peluches de papier dans les environnements de bureaux.

Les émissions de COV par les photocopieurs tiennent à la présence de ces produits dans les toners enrobés de polymère, des pièces en plastique, des caoutchoucs et des lubrifiants organiques. Même dans ces conditions, l'exposition aux différents composés organiques rencontrés à proximité d'un photocopieur en marche se situe généralement à des niveaux nettement inférieurs aux limites d'exposition professionnelles.

Les problèmes d'odeurs rencontrés dans les photocopieurs modernes sont le plus souvent le signe d'une mauvaise ventilation. Les papiers traités, en particulier les liasses autocopiantes sans carbone, les papiers thermosensibles et, occasionnellement, les calques employés dans les photocopieurs des bureaux d'études dégagent parfois des odeurs d'hydrocarbures, mais les expositions restent de très loin inférieures aux limites d'exposition professionnelles, à condition toutefois que la ventilation soit suffisante. Les photocopieurs modernes sont des appareils électromécaniques complexes dont certaines pièces (cylindres de fixation) sont portées à des températures élevées. Outre les odeurs inhérentes au fonctionnement normal, d'autres sont susceptibles de se répandre en cas de défaillance d'une pièce soumise à une surchauffe importante ou quand des matières plastiques ou du caoutchouc chauffés

dégagent de la fumée et d'autres émissions. De toute évidence, il convient de se soustraire à de telles expositions. Les problèmes d'odeurs de ce type occasionnent le plus souvent des nausées et une certaine forme d'irritation des muqueuses ou des yeux. Ces symptômes ne signalent en général que la présence d'une odeur inconnue, souvent désagréable, mais ne constituent pas nécessairement les signes d'une toxicité aiguë ou importante. Les personnes exposées à ces odeurs rechercheront l'air frais, qui provoquera presque toujours un soulagement immédiat. Même l'exposition aux fumées et aux vapeurs se dégageant des parties mécaniques surchauffées est généralement de courte durée, de sorte qu'elle n'est pas préoccupante. Toutefois, si les symptômes persistent ou s'aggravent, il est prudent de consulter un médecin.

Les conditions d'installation

Comme on l'a vu, les photocopieurs dégagent de la chaleur, de l'ozone et des COV. Bien qu'il convienne d'obtenir auprès du fournisseur des conseils relatifs à l'implantation des machines et à la ventilation et de les mettre en application, on peut raisonnablement estimer que, pour toutes les machines (à l'exception des plus volumineuses), l'installation dans un local disposant d'une bonne aération assurant plus de deux renouvellements d'air par heure, en réservant un espace approprié autour de la machine pour assurer sa maintenance, suffit généralement à éviter les problèmes que peuvent poser les dégagements d'ozone et les odeurs. Il faut en outre que les recommandations formulées par la Société américaine des ingénieurs en chauffage, réfrigération et climatisation (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE)) concernant l'occupation de la pièce soient également satisfaites. En cas d'installation de plusieurs photocopieurs dans une même pièce, il convient notamment de renforcer la ventilation et d'assurer une évacuation efficace de la chaleur. Les machines volumineuses à grand débit pourront nécessiter des mesures particulières pour lutter contre la chaleur dégagée.

Les produits consommables utilisés en photocopie ne nécessitent aucune précaution particulière autre que celles relatives au stockage des solvants inflammables et aux mesures propres à éviter l'exposition à une chaleur excessive. Dans la mesure du possible, le papier devrait être conservé dans sa boîte et sorti de son emballage au dernier moment.

Le télécopieur (téléfax)

Mode de fonctionnement. En télécopie, le document est balayé (scanné) par une source lumineuse puis l'image est convertie dans un format électronique compatible avec la transmission téléphonique. Au niveau du récepteur, des systèmes électro-optiques décodent l'image transmise et l'impriment par un procédé thermique direct, à transfert thermique, xérographique ou à jet d'encre.

Les télécopieurs utilisant un procédé thermique sont équipés d'une barrette d'impression qui se présente comme une carte de circuit imprimé sur laquelle défile le papier. Sur toute sa longueur, qui correspond à la largeur du papier, cette barrette porte sur chaque centimètre 80 contacts qui chauffent rapidement dès qu'ils sont excités par un courant électrique. Une fois chauffé, chaque contact noircit le point de contact correspondant sur le papier thermique (impression thermique directe). Dans le cas du procédé à transfert thermique, c'est la couche d'un rouleau émetteur, comparable à celle d'un ruban de machine à écrire, qui dépose un point noir sur le papier.

Les télécopieurs reposant sur le procédé xérographique utilisent le signal transmis par téléphone pour exciter un faisceau laser; ils fonctionnent sur le même principe qu'une imprimante laser. Enfin, les télécopieurs à jet d'encre fonctionnent comme des imprimantes à jet d'encre.

Les matériaux. Les principaux produits consommables utilisés en télécopie sont le papier (thermosensible ou ordinaire), les rouleaux émetteurs, le toner et l'encre. Les papiers destinés à l'impression thermique directe sont recouverts d'une couche de leuco-colorants qui virent au noir sous l'effet de la chaleur. Les rouleaux émetteurs contiennent un mélange de noir de carbone, de cire et d'une base polymère, couché sur un film. Ce mélange reste suffisamment compact pour ne pas venir se déposer sur la peau en cas de frottement mais, une fois chauffé, il est transféré sur le papier de télécopie.

Les risques potentiels et les mesures de prévention. Les télécopieurs sont réputés ne présenter aucun risque particulier. Des problèmes d'odeur ont été signalés sur certains modèles anciens à impression thermique directe; toutefois, comme c'est le cas pour de nombreuses odeurs émises dans les bureaux, il s'agit là d'un signe de seuil olfactif peu élevé ou d'une éventuelle insuffisance de la ventilation plutôt que d'un problème de santé. Les télécopieurs à transfert thermique sont généralement dépourvus d'odeurs et aucun risque particulier n'a été identifié en ce qui concerne leurs rouleaux émetteurs. Les télécopieurs xérogaphiques présentent potentiellement les mêmes problèmes que les photocopieurs à sec; toutefois, leur faible vitesse exclut normalement tout risque d'inhalation.

La diazocopie

Mode de fonctionnement. Lorsqu'on parle encore couramment de «bleus» ou d'«ozalids», ces termes désignent généralement les copies obtenues par héliographie ou diazocopie. Les applications les plus fréquentes sont le tirage de plans de grand format, destinés à l'architecture ou à l'industrie, réalisés sur supports polyester, vélin ou papier calque. Les papiers diazoïques, acides, renferment des composés organiques qui provoquent un changement de couleur sous l'effet de la réaction avec un copulant qui sert de révélateur vis-à-vis du diazo non détruit par la lumière pour engendrer un colorant; la réaction est toutefois inhibée par l'acidité du papier. Le document à copier est mis en contact avec le papier diazoïque et exposé à une lumière ultraviolette (UV) intense provenant d'une lampe fluorescente ou à vapeur de mercure. Le rayonnement ultraviolet détruit la couche diazoïque sur les zones du papier qui n'étaient pas protégées de l'insolation par l'image figurant sur le document à reproduire, éliminant ainsi la possibilité d'une réaction ultérieure avec le copulant. Le document à reproduire est alors retiré et le papier diazoïque est exposé à des vapeurs d'ammoniaque. L'alcalinité du révélateur ammoniacal neutralise l'acidité du papier, autorisant ainsi la réaction entre diazoïque et copulant qui produit le changement de couleur sur les parties du papier qui étaient protégées des UV par l'image figurant sur le document d'origine.

Les matériaux. L'eau et l'ammoniaque sont les seuls matériaux intervenant en diazocopie en plus du papier diazoïque.

Les risques potentiels et les mesures de prévention. Le problème le plus évident lié à l'utilisation des machines de diazocopie réside dans l'exposition aux vapeurs d'ammoniaque qui risquent d'irriter les yeux et les muqueuses. Les machines modernes sont généralement dotées de dispositifs de limitation des émissions, de sorte que l'exposition reste généralement bien inférieure à 210 ppm. Toutefois, les matériels plus anciens nécessitent de fréquentes et minutieuses opérations de maintenance et, éventuellement, la mise en place d'une aspiration localisée. Lors de ces opérations, il est impératif de prendre des précautions pour éviter les déversements accidentels et tout contact avec les yeux. Il importe d'appliquer les recommandations du fabricant concernant les dispositifs de sécu-

rité. Il faut également savoir que les papiers diazoïques de mauvaise qualité sont susceptibles de causer des réactions cutanées.

Les duplicateurs numériques et les machines à polycopier

Mode de fonctionnement. Les duplicateurs numériques et les machines à polycopier reposent sur le même principe: le stencil original est «brûlé» ou «découpé» puis appliqué sur un tambour contenant de l'encre qui traverse le stencil pour venir impressionner la copie.

Les matériaux. Les produits consommables utilisés sur ces machines sont les stencils, les encres et les papiers. Dans les duplicateurs numériques, l'image scannée est brûlée par procédé numérique sur un cliché en mylar, tandis que sur les machines à polycopier, elle est découpée par un procédé électrique dans un stencil en papier. Les deux procédés diffèrent également par la nature des encres: celles qui sont employées sur duplicateur numérique sont des encres à l'eau, même si elles contiennent une certaine quantité de solvant hydrocarboné, tandis que celles dont on se sert sur machine à polycopier sont à base soit de distillat naphthénique, soit d'un mélange d'alcool et d'éther de glycol.

Les risques potentiels et les mesures de prévention. Les principaux risques liés aux duplicateurs numériques et aux machines à polycopier résident dans les encres utilisées. Il existe également un risque d'exposition aux vapeurs de cire chaude dans le cas où l'image est brûlée sur le stencil du duplicateur numérique et un risque d'exposition à l'ozone pendant l'électrodécoupage des stencils. Les deux types d'encres sont susceptibles d'irriter la peau et les yeux. Toutefois, du fait de sa plus forte teneur en distillats de pétrole, l'encre des machines à polycopier présente davantage de risques de dermatoses. Le port de gants de protection lors des manipulations de l'encre et une ventilation suffisante pendant le tirage des copies devraient assurer une prévention efficace contre les risques cutanés et les risques d'inhalation.

Les duplicateurs à alcool

Mode de fonctionnement. Les duplicateurs à alcool utilisent un stencil à image inversée recouvert d'un colorant soluble dans l'alcool. Au cours du tirage, le papier qui reçoit la copie est légèrement enduit d'un liquide de duplication à base de méthanol qui prélève une petite quantité de colorant lors de l'entrée en contact avec le stencil, ce qui se traduit par un transfert de l'image sur le papier de la copie. Les copies risquent de dégager des émanations de méthanol pendant un certain temps après le tirage.

Les matériaux. Le papier, les stencils et le liquide de duplication sont les principaux produits consommables utilisés sur ces appareils.

Les risques potentiels et les mesures de prévention. Les liquides de duplication à base d'alcool sont généralement à base de méthanol et donc toxiques s'ils sont absorbés par la peau, inhalés ou ingérés; ils sont également inflammables. La ventilation devrait être suffisante pour que l'exposition des opérateurs reste inférieure aux limites d'exposition professionnelle. Il est particulièrement important de disposer d'une zone bien aérée pour le séchage. Certains liquides de duplication plus récents sont à base d'alcool éthylique ou de propylèneglycol, ce qui élimine les problèmes liés à la toxicité et à l'inflammabilité du méthanol. Il convient de respecter les recommandations des constructeurs en matière d'équipements de protection individuelle pour la manipulation des liquides de duplication.

● LES PROBLÈMES DE SANTÉ ET LES TYPES DE MALADIES

Barry R. Friedlander

L'interprétation des données relatives à la santé dans l'imprimerie, les laboratoires photographiques professionnels et la reprographie est malaisée, car les procédés mis en œuvre sont complexes et évoluent continuellement, parfois de façon spectaculaire. Si l'automatisation a considérablement réduit les risques liés au travail manuel, le volume de travail par personne s'est en revanche considérablement accru. Les risques cutanés occupent une place importante dans les industries considérées, bien que les données d'hygiène industrielle disponibles ne permettent pas de bien cerner le problème. Les effets moins graves et réversibles (céphalées, irritation du nez et des yeux, par exemple) sont insuffisamment répertoriés et pris en compte dans les publications. En dépit de ces insuffisances, des études épidémiologiques, des enquêtes de santé et des études de cas fournissent une quantité considérable d'informations relatives à l'état de santé des travailleurs dans ces industries.

L'imprimerie

Les agents et les risques d'exposition

Il existe aujourd'hui cinq grandes catégories de procédés d'impression: la flexographie, l'héliogravure, la typographie, l'offset et la sérigraphie. Le type de risque d'exposition inhérent à chacun de ces procédés est lié aux encres utilisées et à la probabilité d'une inhalation (brouillards d'encre, vapeurs de solvants, etc.) ou d'un contact avec la peau, tant au cours du processus d'impression proprement dit que lors de la maintenance. Il convient de rappeler que les encres sont composées de pigments organiques ou inorganiques, d'un véhicule gras ou à base de solvants (le liant) et d'adjuvants divers. Le tableau 85.1 décrit certaines caractéristiques des différents procédés d'impression.

La mortalité et les risques d'affections chroniques

Il existe de nombreuses études épidémiologiques et études de cas dans l'imprimerie. Toutefois, les expositions sont rarement quantifiées dans la littérature plus ancienne, qui fait cependant état de

Tableau 85.1 • Exemples de risques potentiels dans l'imprimerie

Procédé	Type d'encres	Solvants	Risques potentiels
Flexographie et héliogravure	Encres liquides (de faible viscosité)	Volatils Eau	Solvants organiques: xylène, benzène
Typographie et offset	Encres pâteuses (de haute viscosité)	Huiles végétales ou minérales	Brouillards d'encre: solvants hydrocarbonés; isopropanol; hydrocarbures aromatiques polycycliques
Sérigraphie	Encres semi-pâteuses	Volatils	Solvants organiques: xylène, cyclohexanone, acétate de butyle

la présence, dans des salles de rotatives typographiques, de particules de noir de carbone d'une taille respirable, portant à leur surface des hydrocarbures aromatiques polycycliques potentiellement cancérigènes (benzo(a)pyrène). Des études effectuées sur des animaux ont établi que ce produit adhère fermement à la surface des particules de noir de carbone, de sorte qu'il est difficilement libéré dans les poumons et autres tissus. Ce manque de «biodisponibilité» complique l'évaluation des risques de cancer. Plusieurs études épidémiologiques de cohortes, impliquant un suivi de populations dans le temps, mais pas toutes, ont conclu qu'il existait des taux plus élevés de cancer du poumon chez les imprimeurs (voir tableau 85.2). Une analyse plus détaillée, portant sur plus de 100 cas de cancer de ce type et 300 témoins choisis dans un groupe de plus de 9 000 travailleurs de l'imprimerie de Manchester, en Angleterre (Leon, Thomas et Hutchings, 1994), a conclu à une corrélation directe entre la durée du travail et la fréquence de cancer du poumon chez les imprimeurs travaillant sur rotatives typographiques. Le nombre de fumeurs parmi ces travailleurs n'étant pas connu, il a été difficile d'établir la part imputable à l'activité professionnelle. Cette étude suggère toutefois que le travail sur rotative typographique peut avoir entraîné

Tableau 85.2 • Etudes de cohortes portant sur les risques de mortalité dans l'imprimerie

Population étudiée	Nombre de travailleurs	Risques de mortalité* (IC 95%)				
			Période de suivi	Pays	Toutes causes confondues	Tous types de cancer
Imprimeurs de presse	1 361	(1949-1965)-1978	Etats-Unis	1,0 (0,8-1,0)	1,0 (0,8-1,2)	1,5 (0,9-2,3)
Imprimeurs de presse	700	(1940-1955)-1975	Italie	1,1 (0,9-1,2)	1,2 (0,9-1,6)	1,5 (0,8-2,5)
Typographes	1 309	1961-1984	Etats-Unis	0,7 (0,7-0,8)	0,8 (0,7-1,0)	0,9 (0,6-1,2)
Imprimeurs (NGA)	4 702	(1943-1963)-1983	Royaume-Uni	0,8 (0,7-0,8)	0,7 (0,6-0,8)	0,6 (0,5-0,7)
Imprimeurs (NATSOPA)	4 530	(1943-1963)-1983	Royaume-Uni	0,9 (0,9-1,0)	1,0 (0,9-1,1)	0,9 (0,8-1,1)
Rotogravure	1 020	(1925-1985)-1986	Suède	1,0 (0,9-1,2)	1,4 (1,0-1,9)	1,4 (0,7-2,5)
Cartonniers	2 050	(1957-1988)-1988	Etats-Unis	1,0 (0,9-1,2)	0,6 (0,3-0,9)	0,5 (0,2-1,2)

* Rapport comparatif de mortalité (Standardized Mortality Ratio (SMR)) = le nombre de décès observés divisé par le nombre de décès attendus après ajustement pour tenir compte des effets de l'âge sur les périodes concernées. Un SMR de 1 indique que le nombre observé est égal au nombre attendu. Remarque: les SMR tiennent compte d'un intervalle de confiance (IC) de 95%.

NGA = National Graphical Association, Royaume-Uni.

NATSOPA = National Society of Operative Printers, Graphical and Media Personnel, Royaume-Uni.

Sources: Paganini-Hill et coll., 1980; Bertazzi et Zocchetti, 1980; Michaels, Zoloth et Stern, 1991; Leon, 1994; Svensson et coll., 1990; Sinks et coll., 1992.

un risque de cancer du poumon au cours des précédentes décennies. D'anciennes machines comme les rotatives typographiques subsistent sans doute encore dans certaines régions du monde et pourraient fournir ainsi l'occasion de procéder à des évaluations préventives et à la mise en place de moyens de lutte adaptés en cas de besoin.

Une autre catégorie de travailleurs étudiée de façon approfondie est celle des héliographeurs. Leur exposition aux solvants organiques (térébenthine, toluène, etc.), aux pigments, aux colorants, à l'hydroquinone, aux chromates et aux cyanates s'est trouvée notablement réduite au cours des dernières décennies du fait de l'introduction de l'informatique, de l'automatisation des procédés et de l'apparition de nouveaux matériaux. Le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) a conclu que l'exposition professionnelle aux produits utilisés dans l'imprimerie est susceptible d'être cancérigène (CIRC, 1996). Il importe toutefois de préciser que le CIRC fonde ses conclusions sur des données anciennes qui, dans la plupart des cas, diffèrent considérablement des conditions actuelles d'exposition. Les cas de mélanome malin signalés à ce jour laissent penser que les risques sont environ deux fois plus importants que ceux auxquels on s'attendait (Dubrow, 1986). Certains spécialistes affirment que le contact de l'hydroquinone avec la peau pourrait être à l'origine de mélanomes (Nielsen, Henriksen et Olsen, 1996), mais cette thèse n'a pas été confirmée par les études menées dans une usine de fabrication d'hydroquinone où une exposition importante à cette substance a été constatée (Pifer et coll., 1995). Il convient néanmoins d'encourager les pratiques visant à réduire le plus possible les contacts de la peau avec des solvants, en particulier ceux employés pour le nettoyage des plaques.

Les procédés photographiques

Les expositions et les agents

Le traitement photographique des films et des papiers en noir-blanc ou couleur peut se faire manuellement ou en recourant à des installations entièrement automatisées. Le procédé choisi, les produits chimiques mis en œuvre, les conditions de travail (ventilation, hygiène et équipements de protection individuelle) et la charge de travail représentent autant de facteurs susceptibles d'influer sur les types d'exposition et les problèmes de santé potentiels liés à l'environnement professionnel. Les tâches (celles liées au développement, notamment) qui présentent les plus grands risques d'exposition aux principaux produits chimiques utilisés en photographie — tels que le formaldéhyde, l'ammoniaque, l'hydroquinone, l'acide acétique et les révélateurs chromogènes — sont répertoriées au tableau 85.3. Les différentes étapes du traitement photographique sont représentées schématiquement à la figure 85.2.

Dans les lignes de traitement à grand débit, de conception plus récente, certaines des étapes en question ont été combinées et automatisées de façon à limiter les risques d'inhalation et de contact avec la peau. La teneur des produits photographiques en formaldéhyde, utilisé pendant des décennies comme stabilisant des images couleur, diminue progressivement. Selon les conditions ambiantes, ses concentrations mesurées dans l'air peuvent aller d'un niveau non détectable dans la zone des opérateurs jusqu'à 0,2 ppm environ au niveau des orifices d'évacuation des sècheurs. Des risques d'exposition peuvent également se présenter pendant le nettoyage du matériel, la préparation du liquide de stabilisation ou son chargement dans la machine et lors du déchargement des développeuses, ainsi qu'en cas de déversements accidentels.

Il convient de noter que si la plupart des études relatives à la santé des travailleurs employés dans les laboratoires photographiques visent en priorité les expositions aux produits chimiques, il ne faut pas ignorer pour autant les risques pour la santé liés à d'autres aspects des conditions de travail, en particulier l'éclairage

Tableau 85.3 • Etapes du traitement photographique comportant des risques d'exposition à des produits chimiques

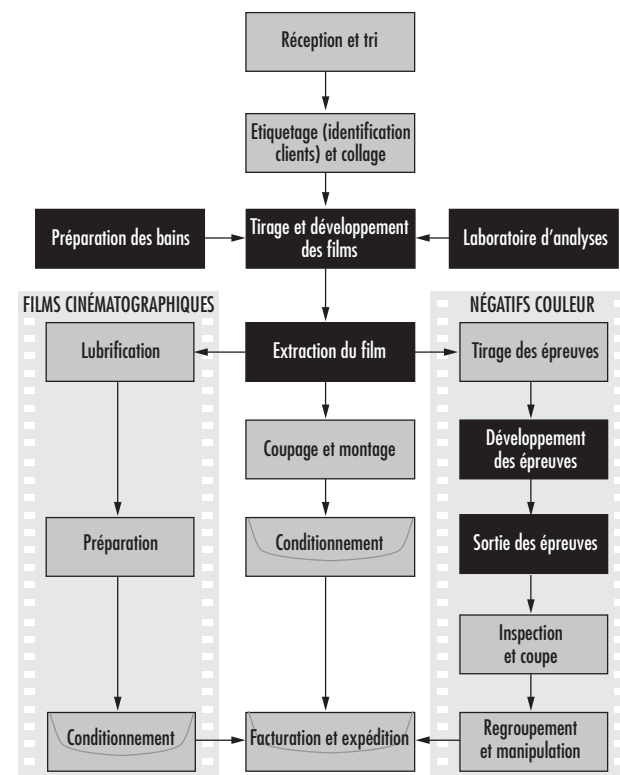
Poste	Tâches présentant un risque
Mélange de produits chimiques	Préparation des bains Nettoyage du matériel Entretien du poste de travail
Laboratoire d'analyses	Manipulation des échantillons Analyse et régénération des bains Contrôle qualité
Développement des pellicules et des clichés	Développement des pellicules et des clichés à l'aide de révélateurs, durcisseurs et agents de blanchiment
Sortie des pellicules et des clichés	Sortie des pellicules et des clichés développés en vue du séchage

réduit, la manutention des produits consommables et les contraintes posturales.

L'étude de la mortalité

La seule étude épidémiologique sur la mortalité des employés des laboratoires photographiques conclut à l'absence de risque accru

Figure 85.2 • Récapitulation schématique des opérations de traitement photographique



■ Développement: risques d'exposition aux produits chimiques mis en œuvre
 □ Autres opérations: risque minimal d'exposition aux produits chimiques

Source: d'après Friedlander, Heame et Newman, 1982.

dans ce secteur (Friedlander, Hearne et Newman, 1982). Établie à partir du suivi de 9 laboratoires aux États-Unis, cette étude a été mise à jour pour couvrir 15 années supplémentaires (Pifer, 1995). Elle porte sur plus de 2 000 personnes qui étaient en activité au début de l'année 1964, dont plus de 70% occupaient leur poste depuis 15 ans au moins. Le groupe a été suivi pendant 31 ans, c'est-à-dire jusqu'en 1994. De nombreuses substances, en particulier le tétrachlorure de carbone, la *n*-butylamine et l'isopropylamine, auxquelles ces personnes furent exposées au début de leur carrière, ne sont plus employées dans les laboratoires photographiques depuis plus de 30 ans. En revanche, une grande partie des produits utilisés dans les laboratoires modernes, tels l'acide acétique, le formaldéhyde et le dioxyde de soufre, l'étaient déjà au cours des précédentes décennies et à des concentrations bien supérieures. Avec 677 décès sur 2 061 personnes au cours de la période de suivi de 31 ans, le rapport comparatif de mortalité, ou rapport standardisé de mortalité (Standardized Mortality Ratio (SMR)), ne représentait que 78% de celui escompté. Aucune des causes de décès ne s'est trouvée considérablement accrue. Les 464 opérateurs pris en compte dans l'étude présentaient également une mortalité réduite, tant par rapport à l'ensemble de la population (SMR, 0,73) qu'à d'autres travailleurs rémunérés à l'heure (SMR, 0,83); on n'a pas non plus enregistré de progression d'une cause particulière de décès dans le groupe considéré. Compte tenu des données épidémiologiques dont on dispose, il ne semble pas que le travail en laboratoire photographique présente un risque de mortalité accrue, même en cas d'exposition aux concentrations importantes qui étaient vraisemblablement monnaie courante dans les années cinquante et soixante.

Les maladies pulmonaires

La littérature ne mentionne qu'un très faible nombre de cas de problèmes pulmonaires chez les travailleurs des laboratoires photographiques. Deux études (Kipen et Lerman, 1986; Hodgson et Parkinson, 1986) décrivent au total quatre réponses pulmonaires potentielles aux expositions considérées; toutefois, aucune ne fournit de données quantitatives d'exposition sur le lieu de travail permettant d'évaluer les observations faites. La seule étude épidémiologique traitant de ce sujet (Friedlander, Hearne et Newman, 1982) ne fait état d'aucune augmentation des arrêts de travail de longue durée liés à des problèmes pulmonaires; il faut cependant noter que seuls les arrêts de travail de plus de 8 jours consécutifs étaient pris en compte dans cette étude. Chez certaines personnes sensibles, il semble que des symptômes respiratoires puissent être déclenchés ou aggravés par l'exposition à des concentrations élevées d'acide acétique, de dioxyde de soufre et d'autres produits utilisés dans les laboratoires photographiques en cas de ventilation insuffisante ou d'erreurs commises au cours des mélanges et provoquant le dégagement de produits en concentrations indésirables. Seuls de rares cas de maladies pulmonaires ont été signalés (Hodgson et Parkinson, 1986).

Les effets aigus et subchroniques

Depuis le début de l'utilisation des produits chimiques dans la photographie en couleur à la fin des années trente, on a recensé des cas de dermite de contact et de dermite allergique parmi les employés des laboratoires photographiques. Un grand nombre de ces maladies cutanées sont survenues au cours des premiers mois d'exposition. Le port de gants et l'amélioration des méthodes de manipulation ont permis de réduire notablement le nombre de ces affections. Les projections dans les yeux de certains produits chimiques employés en laboratoire photographique peuvent occasionner des lésions de la cornée. Une formation aux pratiques de lavage des yeux (rinçage abondant à l'eau fraîche pendant au moins 15 minutes, suivi d'un examen médical) et le port de lunet-

tes de protection sont particulièrement importants, d'autant plus que le personnel travaille souvent de façon isolée et dans la pénombre.

Les machines de développement de grand débit, à forte productivité, posent certains problèmes ergonomiques. Le montage et le démontage des grands rouleaux de papier photographique peuvent occasionner des lésions au niveau du dos, des épaules et de la nuque. D'un poids pouvant aller de 13,6 à 22,7 kg, ces rouleaux deviennent peu commodes à manipuler, d'autant plus qu'il est difficile d'accéder aux machines lorsqu'elles sont installées dans des locaux exigus.

Une bonne formation du personnel, l'aménagement d'un espace libre suffisant pour l'accès aux rouleaux ainsi que la prise en compte des facteurs humains dans la conception générale des laboratoires devraient permettre d'éviter ce type de lésions.

La prévention et les méthodes de dépistage précoce des troubles pathologiques

La prévention des dermatoses, des irritations des voies respiratoires, des troubles à caractère aigu et des problèmes de nature ergonomique suppose évidemment que l'on ait pris connaissance des risques qui sont à leur origine. Il est possible d'améliorer considérablement la prévention par une information adéquate du personnel (étiquetage, fiches de données de sécurité (FDS) des produits, équipements de protection et mesures d'hygiène, notamment), par des inspections régulières des ateliers et par une information de la maîtrise. L'identification précoce des troubles éventuels peut être facilitée par le recours à un personnel médical assurant le suivi des travailleurs, doublé d'évaluations périodiques ciblées proposées à des volontaires et visant les symptômes attendus au niveau des voies respiratoires et des membres supérieurs au moyen de questionnaires, et par l'observation directe des zones exposées de la peau en vue de détecter d'éventuels signes de dermatose d'origine professionnelle.

Le formaldéhyde est un sensibilisant potentiel des voies respiratoires et un irritant puissant suspecté d'être cancérigène; il importe dès lors de procéder à une étude des postes de travail afin d'identifier ceux où l'on utilise du formaldéhyde (inventaire chimique, examen des FDS), de mesurer et d'évaluer les concentrations dans l'air (si nécessaire pour chaque produit utilisé), de déceler les risques de fuites ou de déversements accidentels et d'estimer la quantité de produit susceptible de s'échapper ainsi que la concentration qui pourrait être atteinte dans le scénario le plus défavorable. Il conviendra enfin d'établir un plan d'intervention en cas d'urgence, de l'afficher de façon bien visible et d'organiser des exercices périodiques. Un spécialiste de la sécurité et de la santé au travail devrait être consulté lors de l'élaboration du plan d'intervention.

La reprographie

Les expositions et les agents

Les photocopieurs modernes émettent, lorsqu'ils sont en service, de très faibles niveaux de rayonnements ultraviolets (UV) à travers leur glace (diffuseur) et, éventuellement, de l'ozone en concentrations peu élevées; ils ne font que peu de bruit. Pour reproduire en noir sur papier ou sur calque, ils consomment du toner, essentiellement composé de noir de carbone. Les risques éventuels auxquels les opérateurs se trouvent exposés au quotidien se résument donc à ceux inhérents aux rayonnements UV, à l'ozone, au bruit et, le cas échéant, au toner. Sur les machines plus anciennes, le toner pouvait poser problème au moment de la recharge; aujourd'hui, l'utilisation de cartouches étanches réduit considérablement les risques pour l'appareil respiratoire et la peau.

Le degré d'exposition aux rayonnements UV à travers la glace du photocopieur est très faible: l'éclair dure 250 ms environ, ce qui, pour une machine fonctionnant en continu, correspond à

quelque 4 200 éclairs par heure (valeur susceptible de varier d'un appareil à l'autre). La longueur d'onde des rayonnements émis à travers la glace se situe entre 380 et 396 nm environ. Les éclairs ne produisent en général aucun rayonnement UV de type B. Les plus forts rayonnements de type A mesurés au niveau de la glace ont une énergie d'environ $1,65 \mu\text{J}/\text{cm}^2$ par éclair, ce qui signifie que l'exposition pendant 8 heures à un rayonnement dont le spectre est proche des UV émis par un photocopieur fonctionnant en continu pour produire quelque 33 000 copies par jour représente à peine $0,05 \text{ J}/\text{cm}^2$ à la surface de la glace. Or, cette valeur correspond à une fraction seulement de la valeur limite recommandée par la Conférence américaine des hygiénistes gouvernementaux du travail (American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)); elle ne semble présenter dès lors aucun risque appréciable pour la santé, même dans des conditions d'utilisation aussi extrêmes.

Il faut cependant noter que certains sujets peuvent encourir un risque en cas d'exposition aux rayonnements UV; ce sont en particulier ceux qui souffrent d'une photosensibilisation, qui font usage de produits ou de médicaments photosensibilisants ou qui présentent des altérations de la pupille. À titre préventif général, il leur est conseillé de réduire leur exposition aux UV.

Les effets aigus

La littérature ne mentionne que peu d'effets aigus associés de manière significative avec la photocopie. Des photocopieurs anciens, mal entretenus, ont pu émettre des concentrations d'ozone détectables en cas de fonctionnement dans des locaux mal ventilés. Même si des symptômes d'irritation des yeux et des voies respiratoires supérieures ont pu être signalés chez certaines personnes travaillant dans ces conditions, les exigences minimales préconisées par les constructeurs en matière d'espace et de ventilation ainsi que les progrès technologiques accomplis dans le domaine de la photocopie ont pratiquement permis d'éliminer le problème posé par les émissions d'ozone.

L'étude de la mortalité

Aucune étude ne semble mentionner des cas d'affections chroniques ou graves résultant de l'utilisation prolongée de photocopieurs.

La prévention et le dépistage précoce

Dans la mesure où les conditions d'utilisation préconisées par le constructeur sont respectées, la photocopie ne devrait pas présenter de risque. Toutefois, les personnes qui constatent une aggravation des symptômes susceptibles d'être attribués à l'utilisation intensive de photocopieurs devraient consulter un médecin.

● VUE D'ENSEMBLE DES PROBLÈMES ENVIRONNEMENTAUX

Daniel R. English

Les principaux problèmes pour l'environnement

Les solvants

Les industries graphiques font appel à des solvants organiques dans de nombreuses applications. Il s'agit pour l'essentiel des solvants servant au nettoyage des presses et autres équipements, des diluants pour encres et des additifs présents dans les solutions de mouillage. En plus des problèmes généraux posés par les émissions de composés organiques volatils (COV), on est confronté à la persistance de certains constituants présents dans ces com-

posés qui peuvent présenter une forte capacité de destruction de l'ozone.

L'argent

Les procédés photographiques noir-blanc et couleur libèrent de l'argent dans certains bains de développement. Pour contrôler et éliminer adéquatement ces bains, il importe de bien comprendre les risques toxicologiques que ce métal peut présenter pour l'environnement. Si les ions d'argent à l'état libre sont très toxiques pour les organismes aquatiques, leur toxicité est très atténuée lorsqu'ils sont mélangés à d'autres substances comme c'est le cas dans les effluents des laboratoires photographiques. Ainsi, le chlorure, le thiosulfate et le sulfure d'argent — qui sont les composés d'argent les plus couramment rencontrés en traitement photographique — sont plus de quatre fois moins toxiques que le nitrate d'argent. L'argent présente une grande affinité avec les matières organiques, la boue, l'argile et d'autres matières présentes dans la nature, ce qui réduit l'impact qu'il pourrait avoir sur les écosystèmes aquatiques. Compte tenu de la quantité extrêmement faible d'ions d'argent présents à l'état libre dans les effluents des laboratoires photographiques ou dans les eaux naturelles, la mise en œuvre de technologies appropriées de contrôle des rejets constitue une mesure suffisante de protection de l'environnement.

Autres caractéristiques des effluents provenant des laboratoires photographiques

La composition de ces effluents dépend du procédé utilisé: noir-blanc, inversion de couleur, négatif/positif couleur, ou encore combinaison de ces procédés. L'eau représente 90 à 99% du volume des effluents, le reste étant essentiellement formé de sels inorganiques tenant lieu de substances tampon et de fixateurs (solubilisants de l'halogénure d'argent), de chélates de fer (éthylènediaminetétraacétate (FeEDTA), par exemple) et de molécules organiques servant de révélateurs et d'antioxydants. Le fer et l'argent sont les principaux métaux présents.

Les déchets solides

Chaque étape de l'impression, de la photographie et de la reprographie génère des déchets solides sous forme d'emballages (cartons et plastiques), de produits consommables (cartouches de toner) ou de rebuts de fabrication comme la maculature de papier ou les chutes de pellicule. La pression croissante exercée sur les entreprises produisant des déchets solides les a amenées à étudier soigneusement les possibilités de réduire le volume de ces déchets en diminuant leur consommation ou en les recyclant.

Les installations et les matériels

Ceux-ci jouent un rôle évident dans l'impact exercé sur l'environnement par les procédés mis en œuvre dans l'imprimerie, la photographie et la reprographie. On se préoccupe en particulier de réduire leur consommation en énergie. Enfin, la réglementation qui impose aux constructeurs de reprendre leurs équipements et de procéder à leur élimination au terme de leur vie utile s'est révélée une mesure efficace.

Les méthodes d'épuration

L'efficacité d'une méthode d'épuration donnée peut être fonction des modes opératoires appliqués sur le site, de la taille de l'installation et du degré nécessaire de dépollution.

Les techniques de lutte contre les émissions de solvants

Il existe différents moyens de limiter l'utilisation des solvants. Les constituants les plus volatils (comme l'alcool isopropylique) peuvent être remplacés par des composés ayant une pression de vapeur plus basse. Dans certains cas, on peut substituer aux encres et aux agents de nettoyage à base de solvants des produits

équivalents à base aqueuse. Il faut améliorer encore les produits à base d'eau pour qu'ils puissent concurrencer efficacement les matières à base de solvants dans de nombreuses applications des industries graphiques. La technologie des encres à fort pouvoir couvrant pourrait également se traduire par une diminution du recours aux solvants organiques.

Il est possible de réduire les émissions de solvants en abaissant la température des bains. Dans certaines applications particulières, les solvants peuvent être adsorbés sur des matériaux comme le charbon actif pour être réutilisés. Dans d'autres cas, le procédé mis en œuvre n'offre pas une latitude suffisante pour permettre une réutilisation directe des solvants captés, qui peuvent cependant être récupérés en vue de leur recyclage hors site. Les émissions de solvants peuvent être récupérées dans des condenseurs qui comprennent un échangeur de chaleur suivi d'un filtre ou d'un précipitateur électrostatique. Le condensat traverse un séparateur huile-eau avant son élimination finale.

Dans les installations plus importantes, on peut employer des épureurs (parfois appelés chambres de postcombustion) pour détruire les solvants émis. Le platine et d'autres métaux précieux peuvent servir de catalyseurs au cours de la réaction thermique. Les systèmes non catalytiques nécessitent la mise en œuvre de températures plus élevées; ils restent en revanche insensibles à des phénomènes susceptibles d'empoisonner les catalyseurs, mais ne sont généralement rentables que si l'on en récupère la chaleur.

Les techniques de récupération de l'argent

Ce sont des considérations d'ordre économique ou la réglementation relative au rejet des solutions argentifères qui déterminent le niveau de récupération de l'argent à partir des effluents des laboratoires photographiques. Les principales techniques de récupération comprennent l'électrolyse, la précipitation, la substitution métallique et l'échange d'ions.

En récupération électrolytique, un courant électrique circule dans la solution argentifère et l'argent vient se déposer sous forme de métal sur la cathode (généralement une plaque d'acier inoxydable). L'argent en paillettes est recueilli par flexion, grattage ou raclage de la plaque avant d'être envoyé à l'affinage pour être réutilisé. Il faut renoncer à abaisser le niveau d'argent résiduel dans la solution nettement au-dessous de 200 mg/l, sous peine d'entraîner la formation indésirable de sulfure d'argent ou de sous-produits sulfureux nocifs. Les cellules à lit tassé permettent de réduire la teneur en argent à des taux inférieurs, mais elles sont plus complexes et plus onéreuses que les cellules à électrodes plates.

L'argent présent dans le bain peut être récupéré par précipitation à l'aide d'une matière appropriée pour former un sel d'argent insoluble. Les précipitants les plus courants sont le trimercaptotriazine trisodique (TMT) et différents sulfures. Si l'on utilise un sel de soufre, il est impératif d'éviter la formation de sulfure d'hydrogène, qui est très toxique. Le TMT offre, par sa nature même, une solution plus sûre, récemment introduite dans l'industrie photographique. La précipitation offre un rendement de récupération supérieur à 99%.

Des cartouches de substitution métallique permettent au bain chargé d'argent de traverser une couche filamenteuse de fer à l'état métallique. Les ions d'argent sont réduits à l'état d'argent métallique au fur et à mesure que le fer est oxydé pour se transformer en des formes ioniques solubles. La boue d'argent métallique se dépose au fond de la cartouche. Ces cartouches ne conviennent pas quand la présence de fer dans les effluents pose un problème. La méthode présente un rendement de récupération de plus de 95%.

Dans l'échange d'ions, les complexes anioniques de thiosulfate d'argent se substituent à d'autres anions sur un lit de résine. Quand la capacité du lit de résine est épuisée, il suffit d'enlever la

pellicule d'argent au moyen d'une solution concentrée de thiosulfate ou de transformer l'argent en sulfure d'argent en milieu acide pour régénérer la capacité du lit. Bien maîtrisée, cette technique permet de réduire la teneur en argent à moins de 1 mg/l, mais son application est réservée aux solutions peu concentrées en argent et en thiosulfate. La colonne est extrêmement sensible à l'enlèvement de la pellicule quand la concentration en thiosulfate du flux entrant est trop élevée. La méthode nécessite beaucoup de main-d'œuvre et d'équipement, ce qui la rend onéreuse.

Autres méthodes de limitation

des effluents de traitement photographique

La méthode de gestion des effluents photographiques offrant le meilleur rapport qualité-prix repose sur un traitement biologique dans une usine de traitement des déchets secondaires, c'est-à-dire une station publique d'épuration (que l'on appelle aux Etats-Unis «Public Owned Treatment Works» (POTW). Plusieurs constituants ou caractéristiques des effluents photographiques peuvent être soumis à des autorisations de rejet à l'égout. Ainsi, outre le taux d'argent, les caractéristiques les plus souvent visées par la réglementation sont le pH, la demande chimique en oxygène, la demande biologique en oxygène et le total des matières solides dissoutes. De nombreuses études ont montré que les déchets de traitement photographique (y compris les faibles quantités d'argent subsistant après une récupération raisonnable) issus d'un traitement biologique ne sont pas considérés comme ayant des effets néfastes sur les eaux réceptrices.

D'autres techniques ont été appliquées aux rejets de développement photographique. La collecte et l'envoi dans un centre collectif de traitement en vue de la calcination dans des incinérateurs, fours à ciment ou autres équipements d'élimination définitive sont pratiqués dans certaines régions du monde. On peut réduire par évaporation ou distillation la quantité de solution à enlever, ou faire appel à des techniques de dégradation par oxydation telles que l'ozonation, l'électrolyse, l'oxydation chimique et à l'air humide.

Une autre méthode particulièrement efficace pour réduire la charge sur l'environnement consiste à abaisser la concentration des polluants à la source. La quantité d'argent présente par mètre carré dans les couches photosensibles diminue régulièrement avec l'arrivée sur le marché de nouvelles générations de produits; de ce fait, la quantité de substances chimiques nécessaires pour traiter une superficie donnée de film ou de papier diminue également. La régénération et la réutilisation des trop-pleins des bains se sont également traduites par une pression réduite sur l'environnement. Ainsi, en 1996, le volume de révélateur couleur nécessaire pour développer 1 m² de papier couleur correspondait à moins de 20% de celui utilisé en 1980.

La réduction des déchets solides

Le souci de réduire les déchets solides a stimulé les efforts visant à recycler et à réutiliser les matériaux plutôt qu'à les évacuer dans des décharges. Il existe des programmes de recyclage pour les cartouches de toner, les cassettes de film, les appareils photographiques jetables, etc. Le recyclage et la réutilisation des emballages progressent également. Un nombre croissant de conditionnements et d'éléments d'équipements sont dûment étiquetés afin d'améliorer l'efficacité des programmes de valorisation matières.

Le respect de l'environnement par la conception des produits en fonction de l'analyse de leur cycle de vie

Tous les problèmes exposés plus haut se sont traduits par une meilleure prise en compte du cycle de vie complet des produits, depuis l'obtention des matières premières en vue de leur fabrication jusqu'à la gestion de leur mise hors d'usage. Pour tenir compte des problèmes environnementaux dans les processus de

décision aux stades de la conception, du développement et de la vente des produits, on utilise deux outils analytiques apparentés: l'analyse du cycle de vie et le respect de l'environnement dès le stade de la conception. L'analyse du cycle de vie prend en compte tous les facteurs de production et les flux de matières destinés au produit ou au procédé considéré pour tenter de quantifier l'impact sur l'environnement des options possibles. Le respect de l'environnement au niveau des études s'applique à différents aspects de la conception du produit, comme par exemple les possibilités de recyclage et de récupération de façon à réduire à un minimum l'impact sur l'environnement tant au niveau de la fabrication que de l'élimination du matériel en fin de vie.

● LES LABORATOIRES PHOTOGRAPHIQUES PROFESSIONNELS

David Richardson

Les matériaux et les traitements

Le développement noir-blanc

Pour le développement photographique noir-blanc, la pellicule ou le papier impressionnés sont extraits d'une cartouche étanche à la lumière dans une chambre noire et plongés successivement dans des bains aqueux de développement, d'arrêt et de fixage. L'opération se termine par un lavage à l'eau et un séchage. Le révélateur réduit l'halogénure d'argent exposé à la lumière pour le transformer en argent métallique. Le bain d'arrêt, solution légèrement acide, neutralise l'alcalinité du révélateur et stoppe la réduction de l'halogénure d'argent. Le bain de fixage forme, avec l'halogénure d'argent non insolé, un complexe soluble qui est ensuite éliminé de l'émulsion au cours du lavage qui débarrasse en même temps le support des divers sels solubles dans l'eau, des substances tampon et des ions halogénures.

Le développement couleur

Généralement plus complexe que celui du noir-blanc, ce développement requiert des étapes supplémentaires pour le développement de la plupart des types des pellicules, diapositives et papiers couleur. Rappelons que les pellicules couleur ne sont pas constituées d'une couche unique d'halogénure d'argent comme les pellicules en noir-blanc, mais de trois émulsions superposées qui donnent chacune un négatif différent. Au contact des révélateurs chromogènes, l'halogénure d'argent insolé se transforme en argent métallique tandis que le révélateur oxydé réagit avec le coupleur spécial de chaque couche pour donner une image teinte.

Le développement couleur diffère également par l'emploi d'un agent de blanchiment destiné à éliminer l'argent métallique indésirable sur l'émulsion en le transformant en halogénure d'argent à l'aide d'un oxydant. L'halogénure est ensuite transformé en complexe d'argent soluble pour être éliminé par lavage, comme dans le développement noir-blanc. De plus, les procédés et les matériaux varient selon qu'il s'agit de diapositives, de négatifs couleur ou de tirages papier.

Le principe général du développement

Les principales étapes du développement photographique consistent à plonger successivement, à la main ou à l'aide d'une machine, la pellicule ou le papier impressionnés dans une série de cuves. Bien que les différents procédés puissent varier d'un laboratoire à l'autre, les procédures et les équipements utilisés présentent des similitudes. Ainsi, les locaux comportent en général un lieu destiné au stockage des produits chimiques et des matières pre-

mières, ainsi que des installations pour la manipulation et le tri des supports photographiques envoyés pour être développés. Le laboratoire doit aussi disposer d'ateliers et d'équipements pour mesurer, peser et mélanger les produits chimiques, et pour acheminer les bains vers les cuves de développement. L'alimentation des cuves en bains de traitement implique l'emploi d'une grande variété de pompes et de doseurs. Les laboratoires professionnels utilisent généralement des équipements plus importants et d'un niveau d'automatisation plus poussé qui permettent de traiter aussi bien le film que le papier. L'obtention de produits de qualité régulière implique l'emploi de développeuses thermostatiques qui, le plus souvent, sont alimentées en continu en bains à régénération automatique.

Les grandes entreprises disposent de laboratoires de contrôle qualité qui procèdent aux différents dosages et vérifient la qualité photographique des épreuves. Bien qu'il existe des produits prêts à l'emploi qui rendent superflues les opérations de mesurage ou de pesée, et donc l'existence d'un laboratoire de contrôle qualité, nombre de grands laboratoires préfèrent préparer eux-mêmes les bains de développement en utilisant des produits chimiques en vrac.

Après développement et séchage, les clichés sont parfois recouverts d'un vernis ou autre revêtement protecteur et les pellicules nettoyées. Ils sont ensuite contrôlés, emballés et conditionnés pour être envoyés aux clients.

Les risques et leur prévention

Les risques spécifiques au travail en chambre noire

Les risques encourus dans les laboratoires de développement photographique sont analogues à ceux rencontrés dans de nombreuses autres industries chimiques; il s'y ajoute toutefois l'impératif spécifique d'effectuer certaines opérations dans l'obscurité. Il est donc indispensable que le personnel connaisse parfaitement le matériel et les risques qu'il comporte ainsi que les précautions à prendre en cas d'accident. Il existe des lampes inactiniques et des lunettes infrarouges qui peuvent être utilisées pour fournir un éclairage et une vision suffisants pour garantir la sécurité des opérateurs. Tous les organes mécaniques en mouvement et tous les éléments électriques sous tension doivent être placés sous carter; il faut également protéger les parties saillantes des installations. Pour éviter que la lumière ne pénètre dans la chambre noire, il convient d'installer des sas de sécurité conçus de façon à faciliter le passage du personnel.

Les risques pour la peau et les yeux

La grande variété des formules utilisées pour la préparation des produits de développement ainsi que les nombreux modes de conditionnement et de mélange mis en œuvre ne permettent pas de donner des indications précises en ce qui concerne les risques chimiques auxquels le personnel peut être exposé. On trouve dans les laboratoires un certain nombre d'acides forts ou de produits caustiques divers, surtout dans les zones réservées au stockage et aux mélanges. De nombreux produits utilisés pour le développement photographique sont irritants pour les yeux et la peau, et risquent, dans certaines conditions, de causer des brûlures oculaires en cas de contact direct. L'affection la plus fréquente est la dermatite de contact, imputable le plus souvent au contact de la peau avec des solutions de révélateur alcalin. Elle peut être due à l'irritation causée par des solutions alcalines ou acides ou encore à des allergies cutanées.

Les révélateurs couleur sont des solutions aqueuses contenant généralement des dérivés de *p*-phénylènediamine, tandis que les révélateurs noir-blanc renferment habituellement du sulfate de *p*-méthylaminophénol (également connu sous le nom de Métol ou agent de développement KODAK ELON) ou de l'hydroquinone.

Les révélateurs couleur sont des sensibilisants plus puissants et plus irritants pour la peau que les révélateurs noir-blanc; ils peuvent entraîner des réactions lichénoïdes. Certaines solutions de traitement photographique renferment également d'autres sensibilisants de la peau tels le formaldéhyde, le sulfate d'hydroxylamine et le dichlorhydrate de 2-diméthylaminoéthyl-isothiuronium. Le risque de développement d'allergies cutanées est plus marqué à la suite de contacts répétés et prolongés de la peau avec les solutions de traitement. Les personnes déjà atteintes de maladies de la peau ou souffrant d'irritations sont évidemment plus sensibles aux effets des produits chimiques sur la peau.

Dans les laboratoires de développement photographique, tout contact des produits avec la peau devrait être évité. Le port de gants en néoprène est recommandé, surtout pour la préparation des mélanges où les solutions sont parfois très concentrées. On peut utiliser des gants en nitrile en l'absence de contact prolongé avec des produits chimiques. On choisira des modèles suffisamment épais pour éviter qu'ils ne se déchirent ou ne se percent facilement. Les gants seront inspectés et nettoyés fréquemment, de préférence par un lavage abondant des surfaces intérieure et extérieure avec un savon liquide acide. Il est indispensable que le personnel d'entretien porte des gants pour la réparation et le nettoyage des cuves et des équipements où les produits chimiques ont tendance à s'accumuler. L'utilisation de crèmes barrière est contre-indiquée, car celles-ci ne sont pas imperméables à tous les produits chimiques et risquent en outre de contaminer les bains de traitement. Les personnes travaillant en chambre noire devraient porter une blouse ou un tablier de protection et laver fréquemment leurs vêtements de travail. Tous les vêtements de protection autres que ceux à usage unique devraient être inspectés après chaque usage pour détecter d'éventuels signes de détérioration et remplacés si nécessaire. Un équipement de protection des yeux et du visage devrait également être porté, surtout lorsqu'on manipule des produits chimiques concentrés.

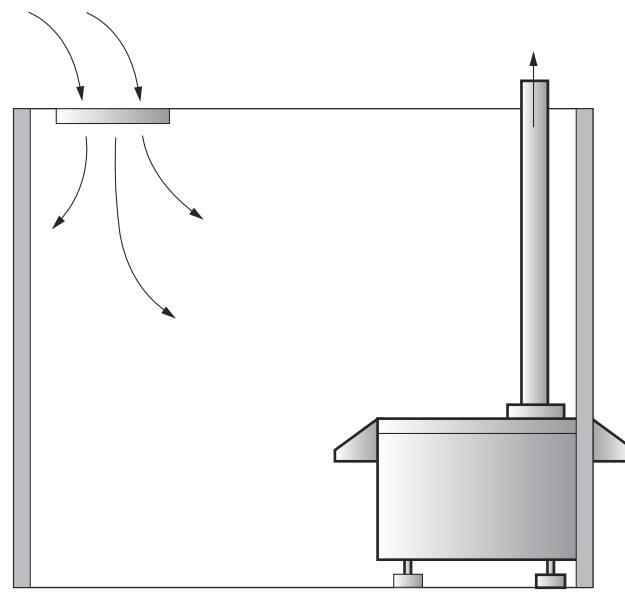
En cas de contact de produits chimiques avec la peau, les parties du corps contaminées devraient être lavées sans délai et abondamment avec de l'eau. Les produits comme les révélateurs étant alcalins, l'emploi d'un savon liquide acide (pH de 5,0 à 5,5) contribue à réduire les risques de dermatose. En cas de souillure des vêtements par des produits chimiques, il importe de se changer sans attendre. Les sols et les objets souillés seront nettoyés sur-le-champ. Il est particulièrement important que les zones consacrées à la préparation des mélanges et au développement soient équipées de fontaines d'irrigation oculaire et de lavabos. Des douches de secours devraient également être prévues.

Les risques d'inhalation

Outre les dangers pour la peau et les yeux, les gaz et les vapeurs émis par certains bains de traitement peuvent présenter un risque en cas d'inhalation et contribuer à la formation d'odeurs désagréables, surtout dans des locaux mal ventilés. Plusieurs produits utilisés pour le développement couleur sont susceptibles de dégager des vapeurs d'acide acétique, de triéthanolamine et d'alcool benzylique ou des gaz tels que l'ammoniac, le formaldéhyde et le dioxyde de soufre. Ces gaz et ces vapeurs peuvent irriter les voies respiratoires et les yeux et, dans certains cas, avoir d'autres répercussions sur la santé. Leurs effets sont fonction de leur concentration, mais ne sont généralement observés qu'à des niveaux dépassant les limites d'exposition professionnelle. Toutefois, en raison des disparités importantes de sensibilité individuelle, certains sujets (ceux notamment qui souffrent d'asthme) pourront être touchés à des concentrations inférieures.

La présence de maints produits chimiques employés pour le traitement photographique peut être révélée par leur odeur en raison de leur faible seuil olfactif. Bien que l'odeur dégagée par un produit chimique ne signifie pas nécessairement qu'il présente un

Figure 85.3 • Ventilation d'une installation en vase clos



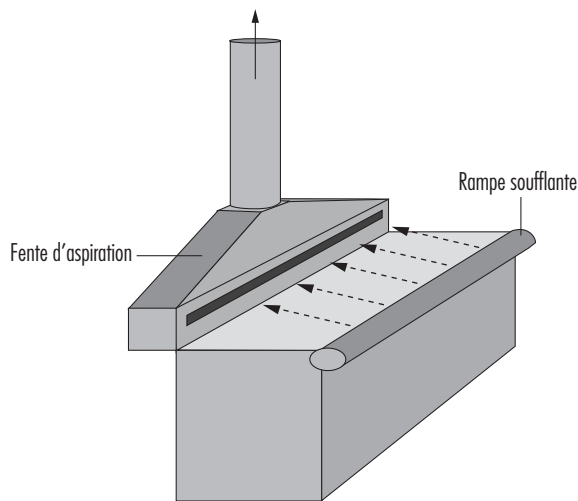
risque pour la santé, une odeur forte ou qui s'intensifie peut être le signe d'une ventilation insuffisante qui demande à être améliorée.

Une bonne ventilation des laboratoires de développement photographique suppose à la fois une dilution générale et un système d'aspiration localisée pour assurer un nombre suffisant de renouvellements du volume d'air à l'heure. Elle présente en outre l'avantage de rendre l'environnement de travail plus confortable. Le débit de ventilation requis dépend des caractéristiques du local, du volume de production, de la nature des installations et des produits chimiques mis en œuvre. On pourra faire appel à un ingénieur spécialisé pour choisir un système de ventilation efficace. Le développement à haute température et l'agitation des bains azotés risquent d'intensifier les dégagements de certains produits chimiques dans l'air ambiant. Il convient donc de limiter la vitesse de la développeuse, la température des solutions et l'agitation des bains aux valeurs les plus faibles compatibles avec les exigences du travail afin de réduire les éventuels dégagements de gaz ou de vapeurs provenant des cuves.

Une ventilation générale des locaux — avec un apport d'air de 4,25 m³/min et une aspiration de 4,8 m³/min par exemple (soit 10 renouvellements de l'air par heure dans une pièce de 3 × 3 × 3 m), avec un débit minimal d'approvisionnement en air extérieur de 0,15 m³/min par m² de surface au sol — est en principe suffisante dans le cas de travaux de développement simples. Un débit de refoulement plus élevé que le débit d'admission d'air entraîne une dépression dans la pièce et réduit les risques de migration des gaz et des vapeurs vers les locaux adjacents. L'air vicié doit être refoulé à l'extérieur du bâtiment pour éviter une remise en circulation d'éventuels contaminants à l'intérieur des locaux. Lorsque les cuves de traitement sont entièrement fermées et dotées d'un conduit d'évacuation (voir figure 85.3), il est généralement possible de réduire à la fois le débit minimal d'apport en air frais et celui d'évacuation de l'air vicié.

Certaines opérations comme le virage, le nettoyage des films, la préparation des mélanges et certains traitements spéciaux peuvent nécessiter un système d'aspiration localisée supplémentaire ou une protection respiratoire. L'aspiration localisée est essentielle, car elle est seule capable de réduire la concentration de contaminants

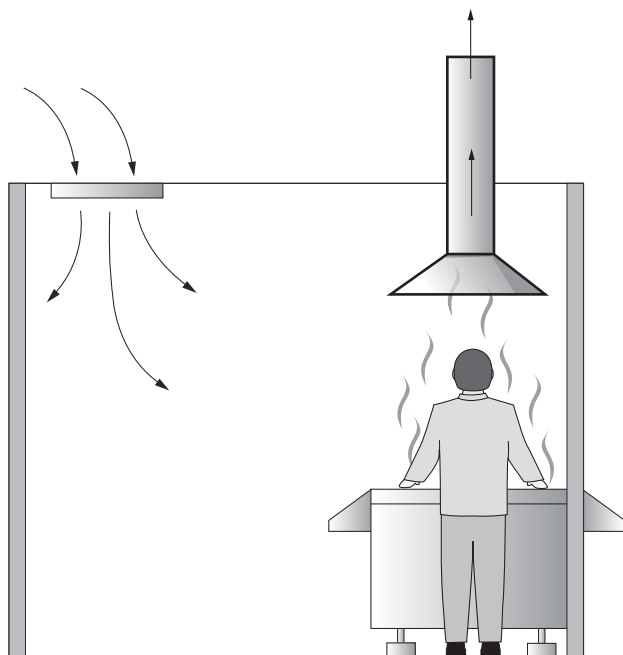
Figure 85.4 • Cuve ouverte avec ventilation par rideau d'air avec soufflage et aspiration



en suspension dans l'air qui risqueraient sinon d'être remis en circulation par le système de ventilation générale.

Un système d'aspiration latérale par fente permettant de capter les vapeurs ou les gaz à la surface des cuves peut être employé sur certaines installations. Correctement conçu et utilisé, il souffle un courant d'air frais au-dessus de la cuve et capte les contaminants à la surface des baignoires pour les évacuer hors de la zone dans laquelle les opérateurs pourraient les respirer. Les systèmes d'aspiration latérale par fente de type soufflage-aspiration (push-pull) sont plus efficaces (voir figure 85.4).

Figure 85.5 • Aspiration par le haut au moyen d'une hotte (déconseillé)



Les hottes d'aspiration (voir figure 85.5) placées au-dessus des cuves ne sont pas recommandées, car les opérateurs se penchent souvent au-dessus de ces dernières en avançant la tête sous la hotte et respirent ainsi les vapeurs et les gaz aspirés.

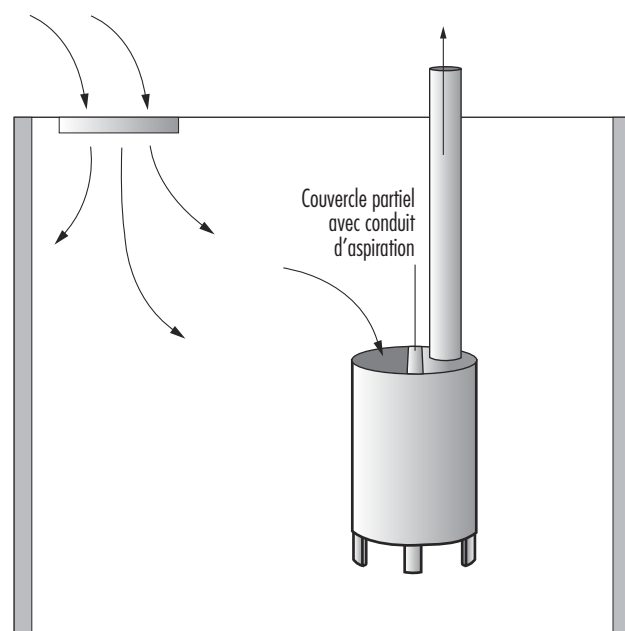
Les couvercles de cuve en deux parties, avec aspiration localisée montée sur la partie fixe, peuvent être utilisés pour compléter la ventilation générale des locaux dans les zones de préparation des mélanges. Il convient d'employer des couvercles bien ajustés ou flottants pour éviter le passage dans l'atmosphère des polluants présents dans les cuves de stockage ou les autres réservoirs. Les couvercles des cuves pourront être équipés d'une gaine souple afin de faciliter l'évacuation des produits chimiques volatils (voir figure 85.6). Chaque fois que la chose est possible, on utilisera des systèmes de régénération automatique permettant d'ajouter et de mélanger certains composants directement dans le bain, car ils réduisent les risques d'exposition aux produits chimiques utilisés.

Lors du mélange de produits chimiques secs, il est impératif de vider les contenants progressivement de façon à limiter la formation de poussières en suspension. Les surfaces de travail (tables, paillasse, étagères, etc.) seront nettoyées fréquemment avec un chiffon humide pour éviter l'accumulation des poussières déposées et leur mise ultérieure en suspension dans l'air.

L'aménagement du site et des opérations

Les surfaces susceptibles d'être contaminées par des produits chimiques devraient être conçues de manière à pouvoir être lavées à grande eau. Les sols devraient comporter des siphons d'évacuation, surtout dans les zones réservées au stockage, à la préparation des mélanges et au développement. Compte tenu des risques de fuites ou de déversements accidentels, il conviendra de prévoir des mesures de confinement, de neutralisation et d'élimination des produits chimiques incriminés. Les sols étant parfois mouillés et glissants, ils seront revêtus de peinture ou de bandes antidérapantes aux postes de manipulation de produits liquides. Les risques de nature électrique devraient également être pris en compte; les installations électriques placées au voisinage de l'eau devraient

Figure 85.6 • Aspiration sur cuve de mélange partiellement couverte



être pourvues de dispositifs de protection contre les courants de défaut à la terre et de mises à la terre.

D'une façon générale, les produits chimiques destinés aux traitements photographiques devraient être entreposés dans un lieu frais (à une température d'au moins 4,4 °C), sec (humidité relative comprise entre 35 et 50%), bien ventilé, où ils pourront être facilement inventoriés et retrouvés. Les stocks devraient être gérés avec soin pour réduire le plus possible la quantité de produits chimiques dangereux et éviter que des produits ne soient conservés au-delà de leur date limite de péremption. Tous les récipients devraient être convenablement étiquetés. Les produits chimiques seront stockés de telle façon que les risques de détérioration des récipients au moment de l'entrée ou de la sortie du magasin soient évités. Il convient, en particulier, de ne pas stocker ces produits en hauteur ou à des emplacements dont l'accès est malaisé. Les produits les plus dangereux seront entreposés vers le bas, sur un support solide, afin d'éviter les projections dangereuses au niveau du visage ou des yeux en cas de bris. Les produits chimiques susceptibles, lors d'un contact ou d'un mélange accidentel, de provoquer un incendie, une explosion ou l'émission de produits toxiques seront entreposés à bonne distance les uns des autres. Ainsi, les acides forts, les bases fortes, les réducteurs, les oxydants et les produits chimiques organiques devraient être stockés séparément.

Les liquides inflammables ou combustibles devraient être conservés dans des récipients et des armoires de stockage appropriés. On veillera à ce qu'il règne en permanence, dans les zones de stockage, une température peu élevée. La présence de flammes nues, de radiateurs ou de tout autre matériel capable de déclencher une inflammation accidentelle y sera proscrite; il sera également interdit d'y fumer. Au cours des opérations de transport et de transvasement, il conviendra de s'assurer que les récipients (touries, bouteilles, etc.) sont correctement arrimés et reliés à la terre. L'aménagement et l'exploitation des zones de stockage et de manutention de produits inflammables ou combustibles devraient être conformes à la réglementation relative à la prévention des incendies et aux installations électriques.

Dans toute la mesure possible, les solvants et les liquides devraient être distribués au moyen de pompes doseuses et non transvasés à la main. Il devrait être formellement interdit de prélever des solutions concentrées à l'aide de pipettes ou d'amorcer les siphons à la bouche. Il est à la fois plus commode et moins dangereux de recourir à des préparations préalablement dosées. Pompes et tuyauteries seront entretenues avec soin pour éviter les fuites.

Une bonne hygiène individuelle devrait être observée en permanence dans les locaux où se déroulent des opérations de développement photographique. Ainsi, il est impératif de ne jamais utiliser des récipients destinés à recevoir de la nourriture ou des boissons pour conserver des produits chimiques. L'inverse est vrai également. Par ailleurs, l'introduction de nourriture et de boissons

devrait être systématiquement proscrite dans les zones où l'on met en œuvre des produits chimiques. Aucun produit chimique ne devrait être stocké dans un réfrigérateur destiné à recevoir des denrées alimentaires. Après avoir manipulé des produits chimiques, les opérateurs devraient se laver soigneusement les mains, surtout avant de boire ou de manger.

La formation et l'éducation du personnel

Tous les membres du personnel, y compris ceux assurant la maintenance et le nettoyage des locaux, devraient être instruits des procédures de sécurité relatives aux tâches qui leur sont confiées. Une formation appropriée devrait leur avoir été dispensée avant leur entrée en fonctions. Des sessions de recyclage devraient être organisées à intervalles réguliers chaque fois que de nouveaux risques apparaissent sur le lieu de travail.

Conclusion

Pour travailler en toute sécurité avec les produits chimiques utilisés en photographie, l'essentiel est de bien connaître les risques potentiels d'exposition à ces produits et de tout mettre en œuvre pour les réduire à un niveau acceptable. Cela exige:

- que l'on dispense au personnel une bonne formation en matière de sécurité;
- que l'on encourage le personnel à étudier les moyens d'information mis à sa disposition (fiches de données de sécurité (FDS) et étiquettes des produits, par exemple);
- que l'on assure le maintien de l'ordre et de la propreté sur les lieux de travail et une bonne hygiène individuelle des travailleurs;
- que l'on mette au point des procédures de contrôle permettant de s'assurer que les développeuses et autres types d'équipement sont installés, utilisés et entretenus conformément aux spécifications du constructeur;
- que l'on recoure, chaque fois que possible, à des produits de substitution moins dangereux;
- que l'on mette en œuvre des mesures de prévention technique (ventilation générale, aspiration localisée, etc.) partout où cela est réalisable;
- que l'on impose en cas de besoin le port d'équipements de protection individuelle (gants, lunettes, masques, notamment);
- que l'on garantisse à toute personne blessée ou malade l'accès à des soins médicaux rapides;
- que l'on prenne en compte les risques pour l'environnement et que l'on se préoccupe du suivi sanitaire des personnels afin de vérifier l'efficacité des stratégies de gestion des risques.

D'autres informations relatives au développement noir-blanc sont fournies au chapitre n° 96, «Les arts, les loisirs et les spectacles».

Références bibliographiques

- Bertazzi, P.A. et Zocchetti, C.A., 1980: «A mortality study of newspaper printing workers», *American Journal of Industrial Medicine*, vol. 1, n° 1, pp. 85-97.
- Centre international de recherche sur le cancer (CIRC), 1996: «Printing processes and printing inks, carbon black and some nitrocompounds», *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans and their Supplements: A complete List*, vol. 65 (Lyon).
- Dubrow, R., 1986: «Malignant melanoma in the printing industry», *American Journal of Industrial Medicine*, vol. 10, n° 2, pp. 119-126.
- Friedlander, B.R., Hearne, F.T. et Newman, B.J., 1982: «Mortality, cancer incidence, and sickness-absence in photographic processors: An epidemiologic study», *Journal of Occupational Medicine*, vol. 24, n° 8, pp. 605-613.
- Hodgson, M.J. et Parkinson, D.K., 1986: «Respiratory disease in a photographer», *American Journal of Industrial Medicine*, vol. 9, n° 4, pp. 349-354.
- Kipen, H.M. et Lerman, Y., 1986: «Respiratory abnormalities among photographic developers: A report of three cases», *ibid.*, pp. 341-347.
- Leon, D.A., 1994: «Mortality in the British printing industry: A historical cohort study of trade union members in Manchester», *Occupational and Environmental Medicine*, vol. 51, n° 2, pp. 79-86.
- Leon, D.A., Thomas, P. et Hutchings, S., 1994: «Lung cancer among newspaper printers exposed to ink mist: A study of trade union members in Manchester, England», *ibid.*, pp. 87-94.
- Michaels, D., Zoloth, S.R. et Stern, F.B., 1991: «Does low-level lead exposure increase risk of death? A mortality study of newspaper printers», *International Journal of Epidemiology*, vol. 20, n° 4, pp. 978-983.
- Nielsen, H., Henriksen, L. et Olsen, J.H., 1996: «Malignant melanoma among lithographers», *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, vol. 22, n° 2, pp. 108-111.
- Paganini-Hill, A., Glazer, E., Henderson, B.E. et Ross, R.K., 1980: «Cause-specific mortality among news-

- paper web pressmen», *Journal of Occupational Medicine*, vol. 22, n° 8, pp. 542-544.
- Pifer, J.W., 1995: *Mortality Update of the 1964 U.S. Kodak Processing Laboratories Cohort through 1994*, Kodak Report EP 95-11 (Rochester, New York, Eastman Kodak Company).
- Pifer, J.W., Hearne, F.T., Swanson, F.A. et O'Donoghue, J.L., 1995: «Mortality study of employees engaged in the manufacture and use of hydroquinone», *International Archives of Occupational and Environmental Health*, vol. 67, n° 4, pp. 267-280.
- Sinks, T., Lushniak, B., Haussler, B.J., Sniezek, J., Deng, J.F., Roper, P., Dill, P. et Coates, R., 1992: «Renal cell cancer among paperboard printing workers», *Epidemiology*, vol. 3, n° 6, pp. 483-489.
- Svensson, B.G., Nise, G., Englander, V., Attewell, R., Skerfving, S. et Moller, T., 1990: «Deaths and tumours among rotogravure printers exposed to toluene», *British Journal of Industrial Medicine*, vol. 47, n° 6, pp. 372-379.
- Références complémentaires**
- Barbotin, B., Delaporte, L., Duval, J.M., Henry, J.L., 1989: *Etude de nuisances dans l'industrie graphique* (Rennes, Association interentreprises de médecine du travail).
- Bastide, J.C., 1997: «Regard sur un risque. Industrie du livre: 45% des accidents avec arrêt dans les imprimeries de labeur», *Travail et sécurité*, n° 561, juin, pp. 18-19.
- Bober, T.W., Dagon, T.J. et Fowler, H.E., 1992: *Handbook of Industrial Waste Treatment* (New York, Marcel Dekker).
- Cunningham, H.W., 1992: *Air Pollution Engineering Manual* (New York, Van Nostrand Reinhold).
- Eastman Kodak Company, 1989: *The Prevention of Contact Dermatitis in Photographic Work*, Kodak Publication No. J-4S (Rochester, New York, Eastman Kodak Company).
- . 1993: *Safe Handling of Photographic Chemicals*, Kodak Publication No. J-4 (Rochester, New York, Eastman Kodak Company).
- Gendrc, J.C., Braud, M.C., Ferrand, C., Guillouzie, J.F., Framboisier, X., Lafontaine, M. et Morele, Y., 1995: *Etude de la pollution dans sept imprimeries de presse et de labeur* (Nantes, Caisse régionale d'assurance maladie des Pays de Loire (CRAM), Service prévention des risques professionnels).
- Gosselin, R.E., Smith, R.P. et Hodge, H.D., 1984: *Clinical Toxicology of Commercial Products* (Baltimore, Williams and Wilkins).
- Health and Safety Executive (HSE), 1986: *Chemicals in the Printing Industry: The Provision of Health and Safety Information by Manufacturers, Importers and Suppliers of Chemical Products to the Printing Industry* (Londres).
- . 1995: *Chemical Safety in the Printing Industry* (Londres).
- Hollins, R., 1994: *Practical Printers Handbook* (Sutton Coldfield, Royaume-Uni, Comprint Services).
- Institut européen pour le conseil en environnement, 1998: *Les métiers de l'imprimerie. Pré-press, offset, sérigraphie, façonnage et reliure* (Mulhouse).
- Kanerva, L., Estlander, T., Jolanki, R. et Sysilampi, M.L., 1995: «Allergy caused by acrylate compounds — History, research and prevention. From research to prevention», *Managing Occupational and Environmental Health Hazards, People and Work*, Research Reports 4, Proceedings of the International Symposium, 20-23 March, Helsinki, Finland.
- Lafontaine, M., Framboisier, X., Morele, Y., Gendrc, J.C., Braud, M.C., Ferrand, C. et Guillouzie, J.F., 1996: «Risques chimiques liés à l'impression offset», note documentaire ND 2033-165-96, *Cahiers de notes documentaires*, n° 165, 4^e trimestre, pp. 475-480.
- Press Standards Board of Finance, 1994: *Newspaper and Magazine Publishing in the UK: Code of Practice* (Londres).