



© Gaël Kerbaol/IMRS

■ DOSSIER RÉALISÉ  
par Céline Ravallec,  
avec Éric Delon.

**SI ELLE NE REPRÉSENTE PAS** un risque majeur, l'importance qu'elle commence à prendre mérite amplement que l'on s'attarde sur son cas : la pollution de l'air intérieur. D'autant que c'est une très grande partie des salariés de tous secteurs qui est potentiellement concernée et que ses effets, même modérés, peuvent être particulièrement gênants. Les origines de cette pollution sont très diverses, mais des solutions efficaces existent.

## Pour que l'air ne gâche pas tout

**D**ix-neuf milliards d'euros. C'est, d'après l'Agence nationale de sécurité sanitaire, de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) et le Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB), ce que coûterait à la collectivité, socialement et annuellement, la pollution de l'air intérieur en France. Un montant qui, s'il représente avant tout une estimation<sup>1</sup>, illustre la place particulièrement grandissante des conséquences d'une mauvaise qualité de l'air intérieur (QAI) en matière de santé publique. Le monde du travail n'échappe pas à cette problématique de pollution des environnements intérieurs. Le secteur tertiaire, marchand (banques, commerces, hôtels, réparation et commerce automobile...) et non marchand (enseignement, santé, sécurité...), est notamment concerné<sup>2</sup>. Au total, ce sont, en France, autour de 20 millions d'emplois potentiellement concernés.

Les effets d'une mauvaise QAI sur la santé sont variés et non spécifiques. Irritations de la

peau, des muqueuses respiratoires (souffle court, toux sèche), sécheresse oculaire, inconfort – mal de tête, fatigue, troubles visuels, nausées, problèmes de concentration – font partie des principales nuisances rencontrées. Ces symptômes, qui peuvent devenir chroniques, disparaissent après la sortie du bâtiment et récidivent au retour. Ils dépendent de la nature des polluants, de la fréquence d'exposition et de la sensibilité des personnes exposées.

« Ces problèmes de santé ne sont globalement pas graves mais particulièrement gênants pour ceux qui en souffrent », observe Laurence Robert, responsable d'études en ingénierie aérologique à l'INRS. Même si ce n'est pas la préoccupation n°1 en santé au travail, « depuis environ trois ans, on constate dans nos services une augmentation des demandes d'assistance sur le sujet », poursuit-elle. Car les problèmes de santé peuvent être très invalidants pour les personnes et pénalisants dans l'activité d'une entreprise. Dans des cas extrêmes, des effets plus graves

### REPÈRES

■ L'OQAI a été créé le 10 juillet 2001 par une convention signée entre les ministères de tutelle (Logement, Santé, Environnement) et les présidents de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe) et du Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB). Son objet est de mettre en place un dispositif de recherche pour collecter des données sur les « polluants » présents dans les atmosphères intérieures des différents lieux de vie.

sont soupçonnés : intoxications, allergies respiratoires (rhinites, asthmes)... Et les effets à long terme pourraient comprendre des pathologies respiratoires ou cardiovasculaires, voire tumorales.

### Polluants et symptômes multiples

Il existe trois principales sources de pollution de l'air intérieur au travail : l'environnement extérieur (pollution atmosphérique en cas de circulation automobile ou de pollution industrielle proches, nature du sol sous le bâtiment...), les matériaux (de construction, d'ameublement et de décoration) et les occupants eux-mêmes, via leurs activités et leurs comportements. « On observe une corrélation entre la mise en suspension de particules fines dans l'air ambiant et la présence de personnes », constate Philippe Petit, responsable hygiène en santé chez Ciat, entreprise spécialisée notamment dans le traitement de l'air. Les polluants intérieurs sont multiples (lire l'encadré « les familles de polluants » page 16) : agents biologiques, chimiques, facteurs physiques.

### CAMPAGNE NATIONALE DANS LES IMMEUBLES DE BUREAUX

La première étude d'envergure menée en France sur les immeubles de bureaux est en cours de réalisation. Réalisée par l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur, elle a pour but de faire mieux connaître la qualité de l'environnement intérieur afin d'évaluer les risques sanitaires et le confort des occupants. Initiée en juin 2013, la phase de collecte de mesures, gratuite et anonyme, doit durer jusqu'à fin 2015 sur toute la France. Les mesures sont réalisées par une équipe de trois personnes sur une journée de travail type : collecte de données sur le bâtiment

(revêtements, équipements, environnement...), mesure de divers paramètres (composés organiques volatils, particules ultrafines, température, humidité relative, concentration en CO<sub>2</sub>), entretiens avec les occupants sur le confort ressenti dans le bâtiment et leur état de santé. Pour l'heure, environ 70 immeubles ont fait l'objet de mesures. Les immeubles de bureaux sont tirés au sort, mais les bâtiments volontaires sont également les bienvenus.



Au total, plus de 1000 substances chimiques peuvent être présentes dans les intérieurs, parmi lesquelles on retrouve souvent des composés organiques volatils (COV), dont le formaldéhyde, présent dans tous les environnements intérieurs, ou semi-volatils (COSV). Certaines émissions sont liées au matériel informatique, comme les photocopieurs et imprimantes qui émettent de l'ozone ainsi que des particules fines et ultra-fines. Si les allergènes d'acariens et d'animaux domestiques sont peu présents dans les bureaux, la contamination des circuits de ventilation par des moisissures ou des bactéries représente l'un des risques à l'origine du syndrome du « bâtiment malsain ».

Une bonne ventilation est donc le premier rempart contre une accumulation de polluants dans l'air. Mais c'est en grande partie là que le bât blesse. Une étude réalisée par le Centre technique des industries aéronautiques et thermiques (Cetiat)<sup>3</sup> a montré que la moitié des caissons ou des centrales de ventilation installés ne fournissaient pas le débit d'air prévu: les trois quarts d'entre eux montraient un débit inférieur à celui visé, et un quart présentait un débit supérieur, de l'ordre de 20%. Les fuites sur les réseaux sont également nombreuses. Or, une mauvaise étanchéité peut provoquer l'introduction de polluants dans le réseau de distribution d'air et générer un encrassement plus rapide des composants et des réseaux. Enfin, la bonne maintenance des installations reste rare.

« Le lot ventilation est souvent secondaire dans un projet ou durant l'exploitation d'un bâti-



© Guillaume J. Plisson pour l'INRS

Outre l'environnement extérieur et les matériaux, les occupants eux-mêmes, via leurs activités et leurs comportements, représentent une source de pollution de l'air intérieur au travail.

ment, explique Axel Ballion, directeur associé de Ventéo. *La propreté des réseaux est souvent négligée alors qu'une réglementation impose un dépoussiérage des gaines après chaque phase de travaux (neuf ou rénovation), car c'est justement la phase qui génère le plus de poussières dans les systèmes de ventilation.* » Tous ces aspects peuvent avoir comme conséquences une surconsommation énergétique, une augmentation du nombre de pannes ou une baisse de la durée de vie des installations, sans

oublier des effets sur la santé des occupants.

La prise en compte des matériaux est une autre donnée importante pour une bonne qualité de l'air intérieur. Outre les matériaux de construction, les matériaux intérieurs servant à la décoration et le mobilier jouent aussi un rôle. Depuis le 1<sup>er</sup> septembre 2013, l'étiquetage des produits de construction et de décoration destinés à un usage intérieur (revêtements de murs, sols et plafonds, peintures, cloisons, colles, jointures, mastic...) émettant des

**5** symptômes sont fréquemment retrouvés en cas de mauvaise qualité de l'air intérieur dans les bâtiments tertiaires : yeux secs, nez bouché, gorge sèche/irritée, mal de tête et léthargie inhabituelle.

**30 %** des bâtiments non industriels, dans les pays industrialisés, pourraient être concernés par le syndrome des bâtiments malsains, selon l'Organisation mondiale de la santé. D'après l'Association de recherche clinique en allergologie et asthologie, le lieu de travail représenterait 30 % de l'exposition à la pollution associée aux environnements intérieurs (et 50 % pour l'habitat).

**8** programmes d'étude seulement ont porté spécifiquement sur l'air intérieur au travail entre 2009 et 2012 en Europe. Sur la même période, 71 études ont été menées dans des logements et 19 dans des écoles ou crèches.



COV, est obligatoire. Fonctionnant sur le même principe que l'étiquetage des appareils électroménagers, il indique les niveaux d'émission en COV des produits, allant de A+ (produits très faiblement émissifs) à C (fortes émissions).

## De nombreuses pistes de recherches

« C'est un vrai progrès à notre sens, estime Corinne Mandin, responsable de la division expo-logie à l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI). Cela aide les acheteurs à privilégier les matériaux et produits peu émissifs lors de travaux de rénovation ou d'aménagement. À terme, pourquoi ne pas l'élargir au mobilier et aux produits d'entretien? » L'agencement de l'espace intérieur joue également : le fait de positionner le matériel informatique (imprimantes, photocopieurs) dans des locaux dédiés montre que les espaces de travail sont moins pollués.

Des recherches constantes sont réalisées pour étoffer les connaissances, encore incomplètes, sur le sujet. Un travail de hiérarchi-

sation des substances émises par les produits d'ameublement – dont les COV et COSV – est par exemple en cours et devrait aboutir dans le courant de l'année 2015. Parmi les travaux qui devraient également se conclure dans l'année, une expertise est menée par l'Anses pour réaliser un état des lieux des connaissances des effets sur la santé des moisissures. Par ailleurs, des systèmes d'épuration d'air sont commercialisés, sans forcément avoir fait preuve de leur efficacité. C'est pourquoi l'Anses s'est autosaisie du dossier afin d'analyser les différentes techniques d'épuration d'air intérieur.

Étant donné les évolutions attendues dans le parc de bâtiments neufs et rénovés du fait des nouvelles exigences en matière d'économie d'énergie, il est indispensable de porter une grande attention à la QAI et au confort dans ces nouveaux bâtiments à basse consommation qui présentent une meilleure étanchéité à l'air et une isolation thermique renforcée. Car ils sont moins tolérants à une mise en œuvre ou à une maintenance approximative

## LES FAMILLES DE POLLUANTS

- Agents biologiques : moisissures, bactéries et virus, allergènes d'acariens et d'animaux domestiques ;
- agents chimiques : particules fines (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>) et ultrafines dont les nanoparticules inférieures à 0,1 µm, CO, CO<sub>2</sub>, composés organiques volatils (COV) et semi-volatils (COSV)... Certaines familles de COV ont la propriété de s'évaporer rapidement à température ambiante, c'est pourquoi elles sont susceptibles d'être présentes dans nos environnements intérieurs. Leurs sources sont multiples : matériaux de construction et de décoration (isolation, peintures, enduits, vernis, cires, colles, revêtements textiles et plastiques), d'ameublement, équipements bureautiques et activités humaines. On peut également trouver dans les environnements intérieurs du formaldéhyde, du benzène, du styrène, du toluène, des terpènes, des phtalates, des retardateurs de flamme, ou encore des substances telles que l'ozone ou le NO<sub>2</sub>, des métaux lourds... Par ailleurs, des facteurs physiques peuvent avoir un impact sur la santé : température supérieure à 22 °C, hygrométrie inférieure à 30 %, champs électromagnétiques, bruit, vibrations, luminosité...

des systèmes de ventilation, dans la mesure où les défauts d'étanchéité ne peuvent plus assurer le renouvellement d'air. Il y a là de quoi documenter et alimenter un sujet qui, selon certains spécialistes, va nous occuper au moins ces vingt prochaines années. ■

Si une bonne ventilation est le premier rempart contre une accumulation de polluants dans l'air, il semblerait qu'une grande majorité des systèmes de ventilation installés ne fournit pas le débit d'air prévu.

1. L'étude exploratoire, réalisée dans le cadre du programme de travail de l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur, portait sur six polluants : benzène, trichloroéthylène, radon, monoxyde de carbone, particules, fumée de tabac environnementale (tabagisme passif).

2. Dans ce dossier, nous mettrons de côté les activités industrielles, soumises à des pollutions spécifiques liées à leur activité.

3. Le Cetiact est un laboratoire d'études, d'essais et d'étalonnages dans les domaines de l'aérodynamique, de la thermique et de l'acoustique.

C. R.



© Sylvie Legoupi pour l'INRS

## ÉTUDE EUROPÉENNE OFFIC' AIR

Un projet de recherche européen, Offic'air, a été mené de novembre 2010 à mars 2014. Portant sur des bâtiments neufs ou récemment réhabilités, les travaux menés par huit pays, dont la France, visaient à définir s'il existe une typologie de pollution propre à ces lieux. L'étude a pris en compte 7 aldéhydes et 12 COV et s'est déroulée en trois phases : sélection de 167 bâtiments, questionnaire aux occupants, prélèvements réalisés sur 37 bâtiments, dont 9 en France, durant une semaine de travail (du lundi au samedi), en été puis en hiver. Enfin, 9 bâtiments ont fait l'objet d'une étude

d'intervention, avec utilisation d'un produit alternatif peu émissif en COV pour nettoyer le sol durant quatre semaines, incluant des mesures une semaine avant et une semaine après, et en ayant en référence une pièce témoin. Bilan de l'étude d'intervention : pas d'effet sur les concentrations en particules (PM<sub>2,5</sub>) ni sur l'ozone, mais une baisse sensible des concentrations intérieures en aldéhydes, irritants des voies respiratoires. Les saisons et l'étage ont également un impact sur la QAI. Ces données fournissent un premier référentiel des niveaux de concentrations intérieures dans les bureaux.



# « Pour une approche globale de l'atmosphère intérieure »

**PRÉSIDENTE DE L'ASSOCIATION** Bâtiment santé plus, Suzanne Déoux est docteur en médecine, professeure associée honoraire à l'université d'Angers et cogérante d'un cabinet de conseil en ingénierie de la santé dans le cadre bâti et urbain, Médiéco. Elle nous livre son point de vue sur la question de la qualité de l'air intérieur en France.

**Cela fait plus de trente ans que vous vous consacrez aux questions de qualité de l'air intérieur. Comment vous êtes-vous intéressée à ce sujet ?**

**Suzanne Déoux.** Je suis oto-rhino-laryngologiste de formation et mes quinze années de pratique médicale m'ont permis d'observer une forte montée des maladies allergiques dans les années 1980, notamment chez des enfants de plus en plus jeunes. Pourquoi ce phénomène, qui devenait une véritable épidémie parmi les populations des pays industriels, ne progressait-il pas dans les pays en développement ? La question se posait, ainsi que celle de savoir ce que l'on pouvait faire pour prévenir cette tendance, au lieu d'intervenir uniquement de façon curative. À l'époque, il y avait bien quelques travaux sur les matériaux de construction, le confinement de l'air, les allergènes dont les acariens, mais sans plus. La mise en évidence de la relation entre santé et bâtiment était quasiment inexistante. Mon intérêt pour la question de la qualité de l'air est parti de là.



© Guillaume J. Plisson pour l'INRS

**Comment définir la pollution de l'air intérieur ?**

**S. D.** La présence d'une substance chimique et de matières en suspension dans l'air n'est pas une pollution en soi. L'air pur n'existe pas. On peut parler de pollution quand leur teneur augmente et peut avoir des effets sanitaires. La pollution se définit en fonction de valeurs de référence établies pour chaque polluant. La problématique de l'air intérieur provient essentiellement du confinement, qui augmente la concentration des composés. Ce phénomène s'est surtout développé à partir des

chocs pétroliers dans les années 1970. À l'époque, le pétrole devenant de plus en plus cher, des incitations à économiser l'énergie ont commencé à voir le jour. Avec ces pratiques, une culture du confinement s'est installée, mais sans aucune pédagogie incitant à ventiler les intérieurs, certains allant même jusqu'à obturer les entrées d'air. La problématique de la qualité de l'air intérieur a été amplifiée par ces comportements inadaptes, dus à un manque d'éducation. Ces comportements ont la vie dure et persistent toujours.

**Comment peut-on évaluer la qualité de l'air intérieur ?**

**S. D.** En France, l'Agence nationale de sécurité sanitaire (Anses) propose des valeurs guides de l'air intérieur (VGAI) pour certains polluants. Mais pour nombre de composés, il n'en existe pas. Pour interpréter les résultats de mesures de qualité de l'air intérieur, il faut être très vigilant sur les valeurs de référence utilisées. Se référer aux valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) n'est pas pertinent. Elles concernent les

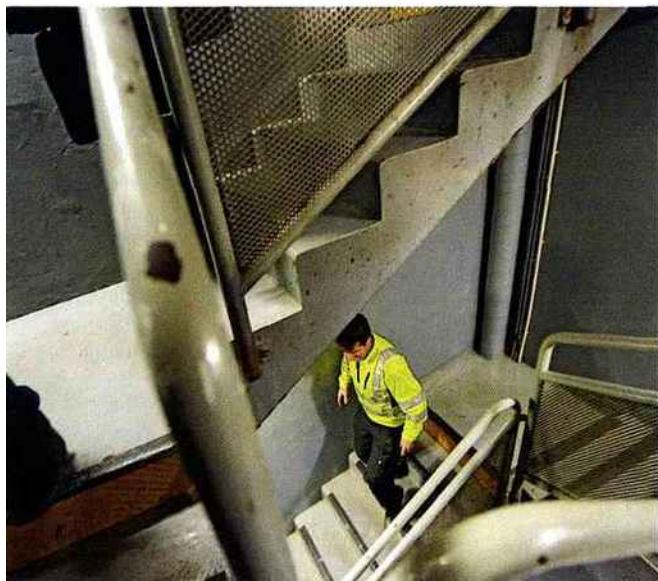
## DÉFIS BÂTIMENTS & SANTÉ

Les 5<sup>e</sup> Défis bâtiments & santé se tiendront le 2 juin prochain à la Cité des sciences et de l'industrie, à Paris. Thématique abordée cette année : « Transition énergétique et santé, quels enjeux pour le bâtiment ? ». Cette manifestation s'adresse à tous les acteurs du bâtiment, de la santé et de l'éducation, aux représentants de collectivités territoriales ou encore aux gestionnaires d'établissements publics, à travers des conférences et des tables rondes, afin d'aider à faire des économies d'énergie dans le bâti sans faire l'économie de la santé.

## MASTER « RISQUES EN SANTÉ DANS L'ENVIRONNEMENT BÂTI »

Créé par Suzanne Déoux à l'université d'Angers, le master « Risques en santé dans l'environnement bâti » forme les étudiants à identifier et évaluer les risques liés à l'environnement bâti : implantation, fluides, énergies, matériaux... À partir de l'analyse et de la gestion des risques sanitaires environnementaux, ils doivent contribuer à la conception, la rénovation et la maintenance de constructions prenant en compte le respect de l'environnement et de la santé. Les connaissances sont acquises dans une perspective de prévention au bénéfice de la santé et de l'environnement.

activités industrielles mais ne s'appliquent aucunement au tertiaire. Dans ces bâtiments, il faut se référer aux VGAI (*tire l'encadré ci-dessous*) qui ne se situent pas du tout dans les mêmes échelles de grandeur. Pourtant, en cas de procédure judiciaire, il arrive que les experts se basent sur les VLEP



© Guillaume Plisson pour l'INRS

et concluent qu'il n'y a pas de pollution intérieure, alors que les occupants ou salariés continuent de se plaindre. Il faut reconnaître qu'il y a un problème de compétences dans certains bureaux d'études, beaucoup d'entre eux ont une approche parcellaire du sujet et ne connaissent pas suffisamment le terrain. Or la qualité de l'air intérieur est un sujet complexe qui nécessite une approche globale : air extérieur, nature du sol (friche industrielle, sous-sol granitique...), sources intérieures (matériaux, mobilier, outils informatiques, produits

La pollution se définit en fonction de valeurs de références établies pour chaque polluant. La problématique de l'air intérieur provient essentiellement du confinement, qui augmente la concentration des composés.

d'entretien...), renouvellement de l'air. Il faut avoir une connaissance conjointe de la chimie de l'air, des impacts sanitaires et du bâtiment, sinon comment faire le lien entre les trois ? On a souvent tendance à avoir une approche trop cloisonnée. Une approche globale doit être encouragée et dépasser les seuls paramètres de qualité de l'air (eau, bruit, hygrométrie, lumière naturelle et artificielle, champs électromagnétiques...). Il y a des limites et des risques à être trop spécialiste dans un domaine.

#### Quelles sont les erreurs à éviter pour ne pas dégrader la qualité de l'air ?

**S. D.** Il faut en premier lieu bien sélectionner les produits de construction, surtout de second œuvre, et veiller à leur bonne mise en œuvre. Des matériaux choisis pour leurs propriétés faiblement émissives (revêtements de sol, peintures...) peuvent voir leurs effets annulés s'ils sont appliqués sur des supports inadaptés ou insuffisamment secs, et générer des polluants dans l'air. De telles émissions peuvent durer des mois, voire des années. Autre travers : la tendance aujourd'hui est de tout parfumer, notamment via les produits nettoyants. Les odeurs font souvent office d'alerte dans un lieu, hormis pour des produits qui ne sentent rien comme le monoxyde de carbone. On ajoute là des polluants aux polluants déjà présents. Autre aspect, l'entretien des installations aérauliques est également un facteur déterminant pour une bonne qualité d'air intérieur. Très largement, on installe – parfois mal – les systèmes et,

ensuite, on n'entretient rien<sup>1</sup>. Or l'enjeu est de taille.

#### Comment peuvent faire les structures confrontées à une problématique de qualité de l'air auprès de leurs salariés ? À qui doivent-elles s'adresser ?

**S. D.** Autant les industriels sont souvent familiarisés avec ces questions, autant c'est plus sournois et plus complexe dans les bâtiments de bureaux et les activités tertiaires. Quand un gestionnaire de bâtiment est confronté à cela, cela peut rapidement devenir ingérable. Une mauvaise qualité de l'air retentit non seulement sur les voies respiratoires, mais aussi sur la psychologie des salariés. Cela peut tourner à l'obsession et conduire dans les cas extrêmes à une psychose collective : l'air intérieur est accusé de tous les maux survenant parmi les salariés, de la fausse couche à des formes de cancer dont le lien de causalité est très improbable. Certains gérants peuvent être tentés de faire eux-mêmes un diagnostic, mais une grande vigilance s'impose vis-à-vis des kits de mesures qui commencent à se répandre sur le marché. Leur fiabilité est rarement prouvée. Ils n'ont pas forcément fait l'objet d'une évaluation en milieu intérieur et ne présentent pas toutes les garanties nécessaires. Même des techniques appropriées nécessitent une bonne stratégie d'échantillonnage des prélèvements d'air pour être représentatives des expositions des occupants. ■

1. NDLR : l'article R. 4224-17 du Code du travail impose une obligation de maintenance et de vérification des installations de ventilation.

Propos recueillis par C. R.

## LES VALEURS GUIDES DE QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR

L'Anses a défini des valeurs guides de qualité de l'air intérieur (VGAI). Elles sont définies comme étant des « concentrations dans l'air d'une substance chimique en dessous desquelles aucun effet sanitaire ou aucune nuisance ayant un retentissement sur la santé n'est attendu pour la population générale en l'état des connaissances actuelles ». Elles visent à fixer des valeurs réglementaires de surveillance de la qualité de l'air intérieur pour la population générale et ne sont pas spécifiques au monde du travail. Fondées uniquement sur des critères sanitaires, elles sont de nature indicative. Onze polluants de l'air intérieur

ont fait l'objet d'une expertise sur les VGAI : formaldéhyde, monoxyde de carbone, benzène, naphthalène, trichloroéthylène, tétrachloroéthylène, particules, acide cyanhydrique, dioxyde d'azote, acroléine, acétaldéhyde. Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2015, la VGAI pour le formaldéhyde est par exemple fixée à 30 µg/m<sup>3</sup> et sera abaissée à 10 µg/m<sup>3</sup> au 1<sup>er</sup> janvier 2023. La VGAI pour le benzène est fixée à 5 µg/m<sup>3</sup> et passera à 2 µg/m<sup>3</sup> au 1<sup>er</sup> janvier 2016.



# Une crèche qui ne manque pas d'air

**OUVERTE EN JUILLET 2013**, la crèche rennaise Loris-Malaguzzi a été conçue selon des critères drastiques afin d'assurer la meilleure qualité de l'air possible pour les 0-3 ans. Des préconisations dont bénéficie également le personnel en poste.

**D'**immenses baies vitrées, d'élégantes couleurs sur les murs et les sols, une sensation d'espace, la crèche multi-accueil Loris-Malaguzzi respire la sérénité et le calme malgré les dizaines de bambins qui manifestent, à tour de rôle, joie, colère ou contrariété. Ouvert en juillet 2013 dans le sud de Rennes, en Ille-et-Vilaine, ce vaste espace éducatif de 1 200 m<sup>2</sup> (dont un préau de 258 m<sup>2</sup>) est réparti entre le rez-de-chaussée et le premier étage d'un immeuble d'habitation. Avec 64 places en accueil collectif, et une vingtaine

de places en accueil familial, il a été conçu selon une démarche de développement durable, prenant en compte notamment la qualité de l'air.

« Les enfants sont l'une des populations les plus vulnérables vis-à-vis de la qualité de l'air intérieur, explique Pauline Mordelet, de la Direction Santé Publique-Handicap, au sein du Service Santé Environnement de la ville de Rennes. La pollution de cet air peut entraîner chez eux des problèmes de santé à court, moyen ou long terme. Leur système respiratoire et leur système de défense ne sont pas encore

matures. » Soucieuse de cette problématique de santé publique, la ville de Rennes s'est engagée, dès 2009, dans un plan d'action soutenu par l'Agence régionale de santé (ARS) visant à améliorer la qualité de l'air intérieur des bâtiments municipaux accueillant des enfants : choix des matériaux de construction et de décoration, pratique d'entretien, systèmes de ventilation et d'aération, comportement des usagers au sein des bâtiments.

« Ces actions sont d'abord destinées aux enfants mais bénéficient aussi aux personnels qui travaillent dans les crèches », précise Martine Ralaivao, technicienne à la Direction santé publique-handicap, au sein du service santé environnement de la ville de Rennes. Après avoir choisi le site, procédé à l'amélioration de la qualité des sols, la Direction de la petite enfance (DPE) et la Direction des bâtiments communaux (DBC) ont donc intégré, de concert, dès sa conception en 2008, cette dimension environnementale à laquelle ils ont associé le promoteur ainsi que le maître d'œuvre. « La DPE et la DBC ont conçu le programme fonctionnel de la crèche, en intégrant une dimension HQE, explique Lau-



Des études révèlent que les produits d'entretien sont susceptibles, du fait de leur composition ou leur mode d'utilisation, d'être source d'émission de substances polluantes pouvant présenter un risque pour la santé des applicateurs mais aussi des usagers des locaux.

© Gaël Kerbaol/INRS

## LA VILLE TIENT FERME LES RÊNES DE LA PRÉVENTION

Le plan d'action « Qualité de l'air » de la ville de Rennes s'inscrit dans le Plan régional santé environnement et le Contrat local de santé (CLS). Ce dernier engage notamment la municipalité à prévenir les risques sanitaires liés au bâti. Parmi les préconisations :

- Intégrer à la construction de logements la prise en compte de la qualité de l'air intérieur ;
- prescrire et mettre en œuvre pour les équipements municipaux des dispositions constructives (matériaux, ventilation...) favorables à la santé et compatibles

avec les différentes contraintes (usage, sécurité, économies d'énergie, entretien...);

- mettre en œuvre des actions de prévention des risques sanitaires liés aux bâtiments (intoxication oxycarbonée, saturnisme, amiante, radon, légionnelles...);
- développer une approche « conseil en environnement intérieur » pour les habitants.

rence Guéguen, directrice Petite Enfance de la ville. Ciblant la qualité de l'air, ils ont insisté sur la nécessité de ne pas utiliser de climatisation et de positionner la prise d'air du dispositif de ventilation côté jardin et non côté rue. Pour les mêmes raisons, les unités de vie et les dortoirs ont également été orientés côté jardin. »

### L'entretien des locaux, élément essentiel

Le choix retenu pour la ventilation? Un système dit « à double flux » dont la particularité est de limiter les pertes de chaleur inhérentes à la ventilation. « Ce process récupère la chaleur de l'air vicié extrait du bâtiment et l'utilise pour réchauffer l'air neuf filtré venant de l'extérieur, précise Franck Le Roy, ingénieur bâtiment à la DBC. Un ventilateur pulse cet air neuf préchauffé dans les pièces principales par le biais de bouches d'insufflation. » Pour que cette ventilation ne conduise pas à une dégradation de la qualité de l'air, elle doit être parfaitement entretenue (nettoyage régulier des bouches d'insufflation et d'extraction d'air, changement des filtres...).

Autre élément essentiel pour garantir une bonne qualité de l'air intérieur: l'entretien des locaux. Les études sur le sujet révèlent que les produits d'entretien peuvent, par leur composition ou leur mode d'utilisation, être source d'émission de substances polluantes pouvant présenter un risque pour la santé des applicateurs mais aussi des usagers des locaux. « Nous avons développé un protocole commun à l'ensemble des établissements recevant des enfants pour l'entretien des locaux, pointe Laurence

Guéguen. Les techniciennes d'entretien ont été formées à ces produits qui ont été sélectionnés par les services compétents de la ville. Bref, un critère "santé" a été introduit dans le marché produits d'entretien. » Par ailleurs, au sein de la crèche, les produits d'entretien sont stockés dans un local réservé et ventilé. « Nous rinçons après avoir utilisé ces produits lorsque cela est requis et en limitons la dispersion par vaporisation, explique Anne Lemaître, la directrice de la crèche. Nous



Au sein de la crèche, les produits d'entretien sont stockés dans un local réservé et ventilé.

maintenons les pratiques d'aération pendant et après les opérations d'entretien, qui ont lieu le matin et en fin d'après-midi. »

Le mobilier porte également une part de responsabilité non négligeable dans la qualité de l'air intérieur. Les études les plus récentes démontrent que certains meubles dégagent des composés organiques volatils pendant plusieurs jours, voire plusieurs semaines après leur installation. « Les peintures, vernis ou résines utilisés pour confectionner ces meubles contiennent de nombreux solvants », précise Pauline Mordelet. Pour meubler la crèche,

les meubles les moins émissifs ont été privilégiés et les cartons ayant renfermé les meubles rapidement éliminés. « Pendant trois semaines avant l'ouverture de la crèche, nous avons aéré les pièces lors de la mise en place du nouveau mobilier », explique Anne Lemaître.

À l'instar du mobilier, les matériaux de construction, par leur composition, peuvent être source de dégradation de la qualité de l'air intérieur, en émettant des polluants volatils qui se dispersent dans les locaux. Cette pollution peut concerner les revêtements de sols, les peintures, les colles mais aussi les faux plafonds ou certains éléments d'isolation. Ainsi des produits écolabels ont-ils été prescrits dans le cahier des charges pour la construction de la crèche. « Des sols en linoléum ont été privilégiés car ce revêtement est principalement fabriqué à partir de matières premières d'origine végétale, explique Pauline Mordelet. Ce qui ne veut pas dire que ces sols n'émettent pas du tout de composés organiques volatils (COV). Les sols PVC, souvent confondus, à tort, avec le linoléum, renferment, pour la plupart, des phtalates, qui peuvent s'accumuler dans les poussières et sur les surfaces. Il ne faut pas négliger cette dimension car les enfants sont en contact rapproché avec les sols. » Juxta la crèche, le vaste jardin où les enfants aiment s'ébrouer lorsque le soleil darde ses rayons, n'a pas été négligé par les concepteurs du bâtiment. Des arbres à faible pouvoir allergisant ont ainsi été sélectionnés, les plantes toxiques ayant été exclues... ■

É. D.

## UN SOIN TOUT PARTICULIER APPORTÉ À LA QUALITÉ DES SOLS DE LA CRÈCHE

Souhaitant s'assurer que le site ne présentait aucun problème pour l'installation de la crèche Loris-Malaguzzi, la ville de Rennes a, en 2007, réalisé une étude afin de garantir la qualité des sols. Des travaux de réhabilitation validés par l'Agence régionale de la santé en 2008 ont été engagés. Ils ont consisté à retirer 30 à 50 cm des terres d'origines pour les remplacer par des terres saines dont la qualité a été vérifiée avant leur mise en place. Un géotextile a également été posé entre les sols historiques et les terres saines. « Ce tissu, tout en laissant passer l'eau, constitue une barrière physique empêchant le mélange

des terres », précise Martine Ralaivao, à la Direction santé publique-handicap, au sein du service santé environnement de la ville de Rennes. Quelques précautions d'usages doivent être respectées pendant la durée de vie de la crèche: maintien de la couche de terres propres, interdiction de la culture de fruits et de légumes sur le site, évacuation minutieuse des sols d'origine (situés sous le géotextile) en cas de travaux.



**LA SOCIÉTÉ D'ÉCONOMIE MIXTE** Nantes-métropole Gestion Équipements s'est penchée sur la question de la qualité de l'air dans les parkings souterrains dont elle a la gestion. Diverses mesures ont été prises ces dernières années pour limiter l'exposition du personnel de nettoyage et d'exploitation aux émissions de particules polluantes.

## Bien respirer en profondeur



© Gaël Kerbaol/INRS

**P**arking Commerce, centre-ville de Nantes. Ce parc de stationnement souterrain construit en 1988 sur sept niveaux et comportant 538 places de stationnement est géré par NGE (Nantes-métropole Gestion Équipements). En 2008, il a fait l'objet de mesures d'exposition du personnel aux polluants issus des moteurs diesels (carbone, oxydes d'azote, dioxyde de soufre, particules) et des moteurs à essence (CO et CO<sub>2</sub>) ainsi qu'aux poussières de silice cristalline<sup>1</sup>, ces dernières provenant de la dégradation des

Les locaux où travaille le personnel d'exploitation ont commencé à être mis en surpression, afin de limiter l'entrée de particules polluantes.

sols en béton. « C'est à la suite d'une demande formulée par le CHSCT, en 2007, qu'ont été préconisées des mesures des niveaux d'exposition du personnel aux polluants dans les parkings que l'on gère », relate Guillaume Morillon, chargé de missions sécurité sûreté à NGE. Cette société d'économie mixte emploie 160 salariés et gère 23 parkings sur l'agglomération nantaise, dont 20 publics. Soit plus de 6000 places de stationnement. Le Lico (laboratoire interrégional de chimie de l'Ouest, rattaché à la Carsat Pays-de-la-Loire) y est alors intervenu. Les mesures ont porté plus spécifiquement sur les agents d'entretien, les plus exposés, en particulier lors des opérations de balayage qui remettaient en suspension dans l'air les particules déposées au sol. Des prélèvements ont parallèlement été réalisés dans le local d'exploitation où est posté le personnel d'accueil. Les résultats obtenus pour les différents polluants étaient tous sous les seuils autorisés et l'exposition aux poussières silicogènes qualifiée de modérée. Afin de se situer à des niveaux d'exposition les plus bas possibles, ces résultats se sont

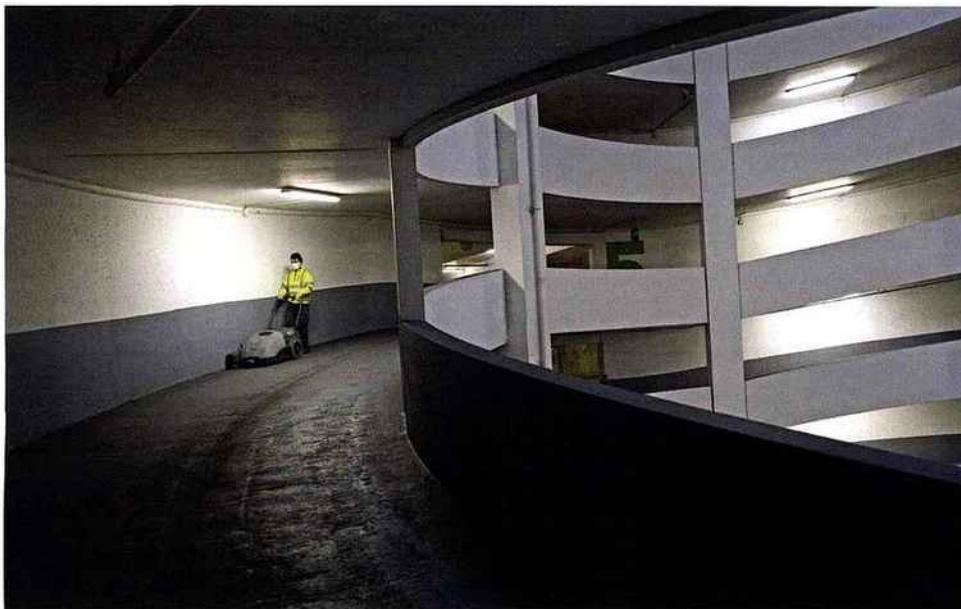
néanmoins accompagnés de la mise en œuvre de préconisations: généralisation du port de masques FFP3 lors des opérations de nettoyage, apport d'air frais provenant de l'extérieur dans le local d'exploitation afin de l'assainir. Dans un deuxième temps, des équipements ont été acquis par le gestionnaire: trois balayeuses automatiques et des autolaveuses ont été achetées, afin que le nettoyage soit réalisé sans remise en suspension des poussières. Parallèlement, les locaux où travaille le personnel d'exploitation ont commencé à être mis en surpression, afin de limiter l'entrée de polluants. Ce travail a été effectué dans certains parkings et est programmé sur d'autres sites. « Nous nous inscrivons dans un plan d'action, précise Richard Cantin, directeur délégué général, les actions décidées sont réalisées progressivement. » Et ce, d'autant plus que les parcs de stationnement ne présentent pas tous les mêmes configurations et sont plus ou moins contraignants pour les personnels y intervenant. « Nous avons notamment obtenu il y a quelques années, à la suite d'une mise en concurrence, la gestion d'un parc qui présentait des conditions parti-



© Gaël Kerbaol/INRS

### FNMS ET QUALITÉ DE L'AIR

Dans le prolongement de recommandations formulées par l'Afsset (devenue l'Anses depuis) en 2007, la Fédération nationale des métiers du stationnement (FNMS) a rédigé sa propre charte de qualité de l'air dans les parkings, illustrant sa volonté d'être proactive sur ces questions. Le rapport de 2007 sur les risques liés à la qualité de l'air pour les professionnels y travaillant montrait en effet que les risques sanitaires ne pouvaient « être considérés comme négligeables au vu des concentrations des polluants mesurés » dans les quatre parcs inspectés à l'époque. Les risques liés aux expositions aiguës étaient dus notamment au monoxyde de carbone et au dioxyde d'azote, les risques liés aux expositions chroniques principalement dus au benzène et au dioxyde d'azote, ainsi que dans une moindre mesure aux particules fines (PM<sub>10</sub>) et au formaldéhyde.



© Gaël Kerbaol/INRS

Balayeuses automatiques et autolaveuses limitent la remise en suspension des poussières lors des opérations de nettoyage.

*culières pour le personnel, poursuit-il : le sol n'était pas lisse et pas peint, d'où une remise en suspension des particules plus importante lors du nettoyage. »*

### De nouvelles actions correctives

En 2013, à la demande de l'inspection du travail, deux nouvelles séries de mesures ont été effectuées au parking Commerce, en juillet puis en décembre. Les résultats ont confirmé les bénéfices des mesures prises. De nouvelles actions correctives ont été menées. L'installation d'un parking pour cycles de 100 places et d'un atelier de réparation pour des vélos de location près du bureau d'exploitation a nécessité une réorganisation de la circulation : une voie de circulation pour voitures a été condamnée pour être réservée aux piétons et aux cyclistes, le sens de circulation des véhicules a été inversé. Le local d'exploitation s'est retrouvé éloigné du flux de véhicules,

donc moins exposés aux émissions de particules diesel.

Agent de stationnement depuis six ans, Serge Sebadji a vu les évolutions de son poste. « L'ergonomie a également beaucoup changé. Avant on avait huit petits écrans de contrôle en noir et blanc, désormais ce sont des écrans en couleur beaucoup plus grands et confortables, explique-t-il. Une petite cuisine a été aménagée, de l'air frais est soufflé en permanence dans le local. » Des détecteurs de CO et NO<sub>2</sub> ont été installés. En cas de dépassement de niveaux prédéfinis pour ces différents gaz, le système de ventilation se met en route automatiquement sur tout le parking. Des procédures plus ponctuelles sont mises en œuvre selon les besoins. « Le parking à proximité de la Cité des congrès connaît à certains créneaux horaires un fort trafic en peu de temps, lors des sorties de spectacles, explique Richard Cantin. La ventilation est alors forcée de façon

*anticipée pour limiter les effets des émissions de particules. »*

Sur ces questions, NGE est amenée à échanger sur les bonnes pratiques ou les matériels avec d'autres sociétés d'économie mixte confrontées aux mêmes problématiques de gestion de parcs de stationnement. ■

*1. La silice cristalline est classée substance cancérigène par le Circ (Centre international de recherche sur le cancer).*

C. R.

### ■ NGE, ENTRE PARKINGS ET LOISIRS

Nantes-Métropole Gestion Équipements est une société d'économie mixte ayant des actionnaires publics majoritaires (ville de Nantes pour 38 %, Nantes-métropole pour 38 %). Outre le stationnement, elle gère également depuis 1976 des équipements de loisirs : piscines, patinoires, campings, petits ports de plaisance. Elle participe également en tant que maître d'ouvrage au financement et à la gestion de centrales photovoltaïques dans le cadre de l'accompagnement à la transition énergétique.



© Gaël Kerbaol/INRS

### Interview

**DOMINIQUE GUÉRIN**, agent d'entretien

« Nous sommes une équipe de quatre personnes au nettoyage. Sur une journée, nous intervenons dans plusieurs parcs de stationnement. Une intervention dure en moyenne deux heures. Avant, avec les balais, on était beaucoup plus exposés aux poussières. L'arrivée des balayeuses pour nettoyer les rampes et des autolaveuses

a nettement amélioré nos conditions de travail. On continue à porter les masques FFP3, en particulier lorsqu'il faut vider les balayeuses, où la poussière est encore présente. Mais ça n'a plus rien à voir. Une amélioration pourra à terme être envisagée sur les autolaveuses, qui sont tractées alors qu'il existe des modèles autoportés. »



# Une ventilation maîtrisée

À L'OCCASION de son installation sur un nouveau site, la plate-forme logistique viticole V.S.S. s'est équipée d'un important système de renouvellement et d'assainissement de l'air dans l'espace de travail.



© Rodolphe Escher pour l'INRS

ce site a foncièrement modifié les conditions de travail. « Avant, nous étions dans un vieux chai en pierre, en plein centre de Bordeaux, décrit James Furgala, responsable du site. C'était assez compliqué en matière d'organisation et de flux logistique. Il n'y avait pas de quai de chargement et de déchargement, les manutentions manuelles étaient contraignantes, l'environnement de travail relativement poussiéreux. » Aujourd'hui, l'espace de travail est tout autre et apprécié par le personnel. « En matière de flux, l'organisation est plus logique qu'avant », constate Damien Tierny, responsable réception.

## Température et hygrométrie maîtrisées

Afin de maintenir à l'intérieur une atmosphère constante, la température de l'espace de stockage et de l'environnement de travail, l'isolation, la ventilation et l'assainissement de l'air intérieur des deux entrepôts ont fait l'objet d'une attention particulière. Un bardage double peau isole les bâtiments. Sous les plafonds, court un réseau de tubes en inox et de grosses gaines en textile assurant respectivement l'acheminement de l'air et sa diffusion. La présence de dés-

Depuis février 2014, l'entreprise V.S.S. occupe un nouveau site sur la commune de Martignas-sur-Jalle, en Gironde. Elle assure les fonctions supports et logistiques de la holding Videlot, spécialisée dans le négoce de vins. Les locaux, déjà existants, abritaient auparavant une corderie. Transformé pour sa nouvelle activité en plate-forme de distribution, le site comporte deux bâtiments

de 10000 m<sup>2</sup> chacun, l'un dédié à la réception des produits, l'autre aux expéditions. 35 personnes travaillent sur le site, dont une vingtaine à l'activité logistique : réception des vins, gestion des stocks, préparation de commandes. L'activité présente des pics saisonniers : en avril-mai pour les primeurs<sup>1</sup>, où beaucoup de petits lots sont expédiés aux particuliers, et de novembre à mi-janvier. L'arrivée de l'entreprise sur

L'air recyclé est brassé et filtré toutes les heures. Au total, 150000 m<sup>3</sup> sont ainsi brassés chaque heure, 24 h/24.



© Rodolphe Escher pour l'INRS

## CHIFFRES

- 3,5 millions, c'est en moyenne le nombre de bouteilles qui transitent chaque année dans l'entrepôt. Entre 10 caisses et 3 palettes (représentant 49 caisses de 12 bouteilles ou 98 caisses de 6 bouteilles) sont reçues selon les références.
- 12 °C, telle est la température idéale de conservation du vin.
- 150 000 m<sup>3</sup>, c'est l'ordre de grandeur de l'ensemble du volume de l'entrepôt à ventiler.

traticateurs contribue à homogénéiser la diffusion d'air dans le volume.

Autant de conditions qui bénéficient à la fois au vin et aux salariés. « C'est beaucoup mieux qu'avant, témoigne Laurent Harriague, magasinier cariste. La température est plus constante entre l'hiver et l'été. » Dans la zone de réception, l'espace est occupé par de hauts racks de stockage. « Pour obtenir une bonne ventilation de toutes les cellules, il fallait que la diffusion de l'air soit centrée sur les travées, explique Stéphane Crouhadé, responsable maintenance. Techniquement, le dispositif de ventilation est le même dans toutes les zones. Mais le système de répartition de l'air diffère en fonction de la configuration des différentes

Sous les plafonds, court un réseau de tubes en inox assurant l'acheminement de l'air et sa diffusion.



© Rodolphe Eschier pour l'INRS

la maîtrise d'œuvre, poursuit Stéphane Crouhadé. C'est lui qui a calculé et dimensionné le système. Étant donné les contraintes de délais du chantier – un peu plus de six mois pour tout faire –, lors de l'appel d'offres, nous avons opté pour un installateur qui avait une solide expérience et les ressources nécessaires pour assurer la prestation dans de bonnes conditions. » La maintenance de premier niveau, principalement le remplacement des filtres, est effectuée en interne. « Pour l'heure, il faut changer les filtres tous les trimestres », complète-t-il.

Pour le reste, après une année de fonctionnement, il est encore un peu tôt pour faire un premier bilan. Quelques soucis ont été rencontrés avec les humidificateurs, notamment des problèmes de condensation de gouttelettes aux plafonds qui vont nécessiter des ajustements. « Il est intéressant de constater que l'entreprise s'est équipée d'un ensemble complet pour une bonne qualité de l'air intérieur : système d'assainissement, de maintien

en température et d'homogénéisation », commente Xavier Dotal, contrôleur de sécurité à la cellule conception des lieux et situations de travail à la Carsat Aquitaine. Des puits de lumière ont été créés dans la toiture et des ouvertures sur les façades permettent l'entrée de la lumière du jour et une vue sur l'extérieur, contribuant également à rendre l'environnement de travail plus agréable.

Plus largement, les maintenances manuelles restent la principale contrainte dans l'activité de V.S.S. Les caisses de six bouteilles pèsent une dizaine de kilogrammes et les caisses de douze bouteilles le double. L'activité d'étiquetage des bouteilles – une par une – est également importante (lire l'encadré ci-dessous). Des aménagements sont prévus prochainement, notamment aux postes d'étiquetage « spécifique ». ■

1. Vins vendus en primeur 24 mois avant leur commercialisation, alors qu'ils viennent tout juste d'être récoltés et mis en barriques.

C. R.

L'entreprise s'est équipée d'un ensemble complet pour une bonne qualité de l'air intérieur.

zones. » Dans la zone de préparation de commandes, les racks de stockage étant moins hauts, il n'y a pas besoin de gaines en textile. Des gaines en inox avec buses réparties régulièrement renouvellent l'air.

L'air recyclé est brassé et filtré toutes les heures. Au total, 150 000 m<sup>3</sup> sont ainsi brassés chaque heure, 24 h/24. Un filet d'air se ressent en permanence dans l'espace de travail. « Un bureau d'études nous a accompagnés et a géré le dossier pour

## UNE ENTREPRISE, DES ACTIVITÉS

Videlot est une holding familiale dédiée au négoce de vins, basée à Bordeaux. Elle commercialise très majoritairement des vins d'appellation Bordeaux mais aussi quelques vins d'autres provenances ainsi que des spiritueux. Son entité Duciot effectue le négoce vers les particuliers et les professionnels. 50 % des ventes se font en France et 50 % à l'export (Europe, USA, Asie). V.S.S. regroupe les activités de logistique, d'informatique, de maintenance et les fonctions administratives, sur les sites de Martignas-sur-Jalle et de Bordeaux.

## DES ÉTIQUETTES MISES MANUELLEMENT

Selon les pays dans lesquels les vins sont commercialisés, les mentions légales à apposer sur les bouteilles ne sont pas les mêmes. Des étiquettes doivent être collées bouteille par bouteille, générant des manutentions manuelles importantes. La pose d'étiquettes antiviol avant commercialisation pour le marché français se fait également manuellement. Une étiqueteuse automatique est opérationnelle dans l'entreprise mais ne sert qu'aux séries suffisamment importantes.