

QUESTIONS DE SÉCURITÉ ET DE SANTÉ AU TRAVAIL LIÉES À LA CONSTRUCTION ÉCOLOGIQUE

1 Introduction

Le but du présent e-fact est de faire connaître les risques pour la sécurité et la santé au travail (SST) se rapportant à la planification et à la construction de bâtiments écologiques, aux travaux d'entretien, de rénovation (post-équipement) et de démolition de ces bâtiments, ainsi qu'à la collecte sur place des déchets de construction ou de démolition (en dehors du traitement et du recyclage ultérieurs de ces déchets). Certains de ces risques, associés aux nouveaux matériaux, technologies et aménagements écologiques, sont nouveaux par rapport à ceux que présentent les sites de construction classiques. D'autres risques, bien connus du secteur de la construction (par exemple le travail en hauteur), se posent dans des situations ou conjonctures nouvelles dans le cadre de la construction écologique et nécessitent une prise en compte particulière.

1.1 Les «bâtiments écologiques», qu'est-ce que c'est?

Les bâtiments écologiques sont des structures respectueuses de l'environnement et efficaces dans l'utilisation des ressources tout au long de leur cycle de vie, de leur implantation à leur démolition, en passant par leur conception, leur construction, leur exploitation, leur entretien et leur rénovation. Ils ont pour point commun de permettre une réduction considérable des émissions, ainsi que des matériaux et de l'eau utilisés. Ils offrent la possibilité de réduire la consommation d'énergie de 80 % ou plus grâce à l'intégration de systèmes efficaces (chauffage, climatisation, éclairage, eau), en utilisant des sources d'énergie alternatives (comme l'énergie solaire passive, l'énergie éolienne et la bioénergie), en retenant l'énergie (isolation et vitrages efficaces, masse thermique) et en utilisant des matériaux de construction recyclés, récupérés ou peu énergivores. Au Canada et aux États-Unis, les bâtiments écologiques certifiés représentent respectivement 1,5 % et 3 % de l'ensemble des constructions [1, 2].

L'Organisation internationale du travail (OIT) a élaboré sept principes pour la construction et la rénovation durables portant sur l'ensemble du cycle de vie des édifices [3]:

- réduction de la consommation de ressources,
- réutilisation des ressources,
- utilisation de ressources recyclables (recyclage),
- protection de la nature, élimination des produits toxiques,
- élimination des produits chimiques dangereux,
- établissement des coûts du cycle de vie (aspects économiques),
- accent mis sur la qualité.

Certains de ces principes, tels que l'élimination des produits chimiques dangereux, peuvent être bénéfiques pour la SST. Cependant, les pratiques en matière de construction écologique axées sur l'amélioration de la sécurité et de la santé visent souvent en premier lieu les personnes qui occuperont les bâtiments. La conception et la construction d'édifices faisant appel aux pratiques actuelles en faveur de la durabilité ne sont pas toujours propices à la sécurité et à la santé des travailleurs qui y œuvrent [4]. En outre, des principes d'éco-efficacité sont appliqués pour déterminer l'utilisation des ressources pour la construction de bâtiments durables. Cela suppose de recourir à différentes compétences technologiques et à différents critères de gestion, et il peut donc falloir développer les compétences et faciliter la formation des travailleurs au-delà de celles qui sont nécessaires pour les constructions classiques, afin de leur permettre de faire leur travail en toute sécurité [3]. Cela concerne par exemple les travaux avec des échafaudages complexes, la pose de végétation sur une toiture et le tri manuel de matériaux recyclables.

1.2 Systèmes de certification et d'évaluation

Divers systèmes d'évaluation et de certification permettant de mesurer la durabilité des bâtiments fonctionnent depuis un plusieurs années dans de nombreux pays. Le Conseil mondial du bâtiment durable (*World Green Building Council*) compte onze pays membres et des dizaines d'autres sont en train de former des conseils nationaux ou d'adopter des normes de certification. Les normes établies en la matière sont les suivantes [5, 6]:

- la certification BREEAM au Royaume-Uni¹,
- le label de la DGNB en Allemagne²,
- la certification LEED au Canada³, aux États-Unis⁴ et en Inde,
- le système CASBEE au Japon⁵,
- le système Green Star (ou «étoile verte») en Australie⁶ et en Nouvelle Zélande,
- la certification Passivhaus en Australie, en Allemagne et au Royaume-Uni.

L'un des meilleurs exemples en Europe est la méthode d'évaluation BREEAM instaurée au Royaume-Uni par le *Building Research Establishment* (BRE), qui a été utilisée pour évaluer et certifier plus de 100 000 bâtiments depuis 1990 [7]. Le Conseil américain du bâtiment durable a mis au point le LEED, un système de certification des bâtiments verts qui établit des normes non obligatoires en matière de performances environnementales. L'accréditation LEED semble faire évoluer la manière dont les ingénieurs, les entrepreneurs et les propriétaires envisagent respectivement la conception, la construction et l'exploitation des édifices. Ces changements ainsi que la motivation à obtenir la certification peuvent tenir à plusieurs facteurs, tels que la volonté des propriétaires de renforcer leur image écologique, l'utilisation de cette certification comme outil de marketing pour les entrepreneurs, la réduction des coûts d'exploitation et d'entretien, et l'amélioration de la santé des occupants des bâtiments [4].

Il existe actuellement aux États-Unis plus de 40 000 professionnels accrédités LEED actifs dans les domaines de la conception, la construction, l'exploitation ou l'entretien de bâtiments écologiques. Ils sont 1 500 en Inde, tandis que le Royaume-Uni compte 1 197 évaluateurs agréés BREEAM et que l'Australie dispose de 900 professionnels *Green Star* [8]. Ces chiffres vont très probablement augmenter car le concept de bâtiment écologique gagne du terrain sur le marché de la construction.

Dans le système LEED, des points sont accordés sur la base des performances des bâtiments en matière d'aménagement durable des sites, de gestion efficace de l'eau, de l'énergie et de l'atmosphère, des matériaux et des ressources et de la qualité des environnements intérieurs, des emplacements et liaisons, de la sensibilisation et de l'éducation, de l'innovation en matière de conception et des priorités régionales. Seul l'un des domaines précités est en rapport avec la santé et la sécurité des ouvriers du bâtiment, à savoir la qualité des environnements intérieurs (également appelée qualité de l'air intérieur). Les programmes actuels de certification des bâtiments écologiques ne tiennent pas compte de la santé ni de la sécurité des travailleurs lorsqu'il s'agit de déterminer si un bâtiment est écologique ou non [3] et peuvent même avoir des répercussions négatives pour la SST [9, 10].

2 Risques pour la SST liés aux bâtiments écologiques

Les informations concernant les risques pour la SST spécifiquement liés à la construction écologique sont rares. Un enquête portant sur neuf sociétés américaines et englobant 86 projets de construction a révélé que les projets écologiques (certifiés LEED) donnaient lieu à des incidents légèrement plus nombreux que les projets non écologiques [11], mais que les deux catégories accusaient des taux

¹ Pour de plus amples informations, veuillez consulter le site du Conseil britannique du bâtiment durable à l'adresse suivante: <http://www.breeam.org>

² Pour de plus amples informations, veuillez consulter le site du Conseil allemand du bâtiment durable à l'adresse suivante: <http://www.dgnb.de>

³ Pour de plus amples informations, veuillez consulter le site du Conseil canadien du bâtiment durable à l'adresse suivante: <http://www.cagbc.org>

⁴ Pour de plus amples informations, veuillez consulter le site du Conseil américain du bâtiment durable à l'adresse suivante: <http://www.usgbc.org>

⁵ Pour de plus amples informations, veuillez consulter le site du consortium japonais du bâtiment durable à l'adresse suivante: <http://www.ibec.or.jp/CASBEE>

⁶ Pour de plus amples informations, veuillez consulter le site du Conseil australien du bâtiment durable à l'adresse suivante: <http://www.gbc.au>

similaires pour ce qui est des incidents entraînant une perte de temps de travail. Il n'y avait aucun lien entre le nombre de points de crédit LEED accordés à un projet donné et les performances dudit projet en matière de sécurité. Toutefois, il se peut que plusieurs facteurs entravent l'identification de différences manifestes entre les performances des projets écologiques et non écologiques sur le plan de la sécurité et de la santé. Il s'agirait notamment du type de projet, du type d'installation en construction, de la complexité du projet, de sa taille, de son emplacement géographique et de son financement [11].

2.1 Risques liés à la construction classique et bâtiments écologiques

Les risques connus qui existent sur les chantiers classiques, comme ceux du travail en hauteur, les glissades, les trébuchements et les chutes, se retrouvent également dans le cadre des constructions écologiques [9], où ils sont parfois même plus importants. Aux États-Unis, il semble qu'un bâtiment durable certifié LEED comporte des aménagements plus complexes, dont la construction peut s'avérer plus dangereuse qu'avec un édifice conçu de façon traditionnelle [10]. C'est ce qu'un projet réalisé à Las Vegas a permis de constater: six ouvriers y ont trouvé la mort malgré la certification LEED de niveau «or» pour bâtiment écologique obtenue par le projet [10]. Les principales causes de décès mentionnées comprennent les accidents «classiques», comme les chutes et le fait d'être renversé par un camion ou heurté par un objet de grande taille. Les contraintes de temps ont été identifiées comme étant une cause majeure de ces accidents [12].

Comme les bâtiments écologiques sont souvent très calfeutrés et mieux isolés afin de faire des économies d'énergie, il arrive que l'aération soit réduite au cours des travaux de finition intérieure, ce qui peut entraîner une exposition accrue à des composés organiques volatils provenant par exemple de peintures ou d'adhésifs, ainsi qu'à des poussières, notamment de silice cristalline [9, 10].

Lors de la ré-isolation de bâtiments existants, les ouvriers peuvent être en contact avec des matériaux d'isolation classiques [13], tels que des fibres minérales artificielles (laine de verre, laine de roche). Leur découpage ou leur sciage libère des fibres qui peuvent provoquer une dermatite, une irritation des yeux ou une maladie des voies respiratoires, telle qu'une bronchite ou de l'asthme. La mousse de polyuréthane est également souvent utilisée. Elle contient des isocyanates pouvant causer de l'asthme (allergique), une irritation des voies respiratoires, des muqueuses oculaires ou de l'appareil gastro-intestinal, ou une dermatite de contact [5]. Dans de nombreux cas, des systèmes à un composant contenant des isocyanates libres limités sont utilisés. Cependant, les systèmes à deux composants⁷ sont encore employés pour l'isolation des sols, des murs et des toitures. Ils sont mélangés sur place et, par conséquent, l'exposition aux isocyanates est alors considérablement plus importante qu'avec les produits mono-composants, car le durcisseur à base d'isocyanate concentré est ajouté à la main. Ainsi, des vapeurs d'isocyanate s'échappent dans l'atmosphère, alors que les mesures de contrôle, comme la ventilation locale par aspiration, font généralement défaut sur les sites de construction [5, 14]. Selon l'Institut national pour la sécurité et la santé au travail (*National Institute for Occupational Safety and Health* – NIOSH), les travailleurs du secteur de la construction qui pulvérisaient la mousse de polyuréthane isolante sur une toiture étaient exposés à des concentrations d'isocyanates dépassant les limites d'exposition professionnelle [5].

Le post-équipement de bâtiments anciens visant à installer des systèmes de chauffage et de production d'eau chaude efficaces sur le plan énergétique pose surtout des risques connus pour les personnes exerçant des métiers classiques tels que les tuyauteurs, les tôliers, les techniciens spécialisés dans le chauffage et la climatisation, les électriciens, etc. [8]. Il s'agit notamment de la charge de travail physique élevée due à la manipulation manuelle d'équipements lourds, de l'exposition aux poussières de silice et à l'amiante, ainsi que du bruit et des vibrations dus aux travaux de perçage [13]. Cependant, ces activités peuvent être effectuées plus fréquemment dans le cadre du post-équipement et/ou les travailleurs de ce secteur peuvent se spécialiser dans ces tâches, ce qui accroît l'exposition à ce type de dangers.

⁷ Systèmes à deux composants: produits devant être mélangés sur place juste avant d'être utilisés (en général, un agent de durcissement, tel qu'un isocyanate, doit être ajouté pour déclencher le durcissement); systèmes mono-composants: produits ne nécessitant pas de mélange sur place.

2.2 Nouveaux risques pour la SST liés aux nouveaux produits, aux nouvelles technologies ou aux nouveaux aménagements écologiques

2.2.1 Nouveaux matériaux de construction écologiques

Les tendances générales quant aux matériaux utilisés dans la construction écologique privilégient ceux qui sont renouvelables ou recyclés, les produits à base d'eau et, bien que de façon encore limitée, les nanomatériaux.

Les matériaux renouvelables utilisés dans la construction écologique sont le bambou, la paille, la laine de mouton, le lin et le liège, communément employés pour l'isolation. En outre, il n'est pas rare de réintroduire ou de renforcer l'usage du bois (courant par le passé). Les risques pour la SST liés à l'exposition à la poussière de bois ne sont guère nouveaux: irritation de la peau, des yeux et des voies respiratoires, bronchite, asthme et cancer du nez comptent parmi ses effets reconnus sur la santé. Cela étant, le risque relatif peut varier selon le type de bois et l'on a constaté que certains bois durs d'origine renouvelable, en particulier le cèdre rouge, peuvent être des sensibilisateurs relativement forts [14]. Par ailleurs, la poussière de bois dur étant considérée comme cancérigène, l'Union européenne (UE), dans le cadre de sa directive sur les agents cancérigènes, a fixé à 5 mg/m³ la valeur limite contraignante d'exposition professionnelle [15].

De façon générale, les matériaux issus de sources organiques renouvelables accroîtraient le risque d'exposition à des protéines allergènes et à des micro-organismes tels que des bactéries, des moisissures et des champignons ou des endotoxines. Bien que la laine de mouton utilisée dans les revêtements isolants ne libère pas de poussière et ait été lavée et désinfectée afin d'en éliminer les micro-organismes, certaines personnes y sont allergiques et son contact avec l'épiderme peut provoquer une réaction allergique.

Des coquillages sont parfois utilisés pour isoler les vides sanitaires sous les édifices. Ils contiennent 98 % de calcaire [16]. Ils sont projetés au moyen d'un tuyau, ce qui peut se traduire par une importante charge de travail physique pour les ouvriers, étant donné le poids du tuyau qui doit être déplacé manuellement. Cette activité génère aussi bien du bruit que de la poussière (voir la Figure 1). La poussière de calcaire ne contient certes pas de silice cristalline, qui est relativement toxique et peut causer une silicose ou un cancer des poumons [17], mais elle peut, à l'instar de n'importe quel autre type de poussière, provoquer une maladie pulmonaire obstructive chronique (MPOC) [18].

Figure 1: Épandage de coquillages pour l'isolation



Source: <http://www.icdubo.nl>.

Le papier recyclé en flocons employé comme isolant est un exemple de l'utilisation de **matériaux recyclés**. Il peut être appliqué en panneaux, mais la plupart du temps il s'agit de flocons en vrac, qui peuvent être épandus à la main ou injectés dans les vides sanitaires. En général, les flocons sont imprégnés de 8 % d'acide borique (tétraborate de sodium), qui sert d'agent ignifugeant et

antimicrobien [14]. L'acide borique a été classé comme reprotoxique par l'UE [19]. Autrement dit, cette substance est toxique pour le système reproductif. En conséquence, l'inhalation de la poussière de cellulose générée doit être évitée. Les isolants en laine de lin, en panneaux ou en rouleaux, sont également susceptibles d'être traités à l'acide borique.

Les cendres volantes, l'asphalte des routes recyclé ou les gravats sont fréquemment utilisés pour la fabrication de béton ou d'enrobés. Les cendres volantes contiennent des métaux lourds comme le cadmium, le mercure, le nickel et le chrome. Cendres volantes et asphalte recyclé peuvent renfermer en outre des hydrocarbures aromatiques polycycliques dont certains sont cancérigènes [5, 9, 20].

Aux Pays-Bas, des tentatives ont été faites pour obtenir un accord entre les producteurs de matériaux de construction et les entrepreneurs en faveur d'une utilisation responsable des matériaux recyclés dans les produits destinés à la construction [20]. Les risques potentiels pour la santé des ouvriers du bâtiment induits par l'utilisation de matériaux recyclés ont été évalués au moyen d'un «outil de diagnostic rapide». Cet outil combinait les données relatives aux risques sanitaires des polluants présents dans les matériaux recyclés (c'est-à-dire les pictogrammes et mentions de danger⁸ attribués à ces polluants) avec leur concentration (moyenne) estimée dans ces matériaux. Il s'agissait ensuite de rapprocher ces éléments du degré d'exposition estimé des travailleurs aux poussières dégagées par les matériaux au cours d'activités spécifiques, cela étant considéré comme la principale voie d'exposition. L'un des cas étudiés portait sur l'utilisation des cendres volantes provenant des centrales au charbon dans l'asphalte pour le revêtement des routes ou dans le béton. Même si les principales circonstances d'exposition étaient les phases de production du béton ou de l'asphalte et de mélange avec adjonction de cendres volantes, donc en dehors du site même de la construction, les ouvriers intervenant sur place étaient cependant aussi exposés aux polluants présents dans les poussières dégagées, entre autres, par les travaux de perçage, de sciage ou de fraisage [20].

Les cendres volantes dans le béton

Habituellement, la teneur du béton en cendres volantes tourne autour de 5 %. Les calculs portant sur les pires conditions d'exposition, à hauteur de 10 mg/m³ de poussière de béton lors d'une activité de perçage, par exemple, ont montré que, même dans un tel cas, le niveau d'exposition aux métaux lourds présents dans la poussière de béton serait bien en deçà (< 3 %) des limites d'exposition professionnelle [20]. Cependant, certains métaux présents étant des substances cancérigènes génotoxiques (chrome VI, nickel et béryllium), il convient de restreindre l'exposition autant que faire se peut.

Les produits à base d'eau sont souvent mis en avant comme une alternative écologique aux peintures, adhésifs, agents imperméabilisants et huiles de décoffrage à base de solvants⁹. Le recours à ces produits permet une réduction importante de l'exposition aux composés organiques volatils. Dans les produits classiques à base de solvants, des mélanges d'hydrocarbures aliphatiques et parfois aromatiques sont utilisés, dont la plupart peuvent s'avérer neurotoxiques et irritants pour les voies respiratoires et pour la peau [21, 22]. Toutefois, les produits à base d'eau contiennent des biocides pour prévenir le développement de micro-organismes. En général, ces biocides ne sont pas volatils et ne sont donc pas facilement inhalables, mais certains peuvent entraîner des dermatoses allergiques [3, 22, 23]. Or, selon les études menées aux Pays-Bas, aucune augmentation des maladies de la peau n'a été observée après l'introduction de l'obligation légale de remplacer les peintures aux solvants par des produits à base d'eau pour les travaux intérieurs [22]. Des recherches ont montré que les allergies aux biocides sont fréquemment dues à des savons ou autres produits cosmétiques et peuvent se confondre avec des allergies causées par une exposition à des peintures ou adhésifs à l'eau [22].

La construction écologique peut impliquer un compromis entre la réduction des émissions à long terme en vue de protéger les futurs occupants du bâtiment et la réduction à court terme des émissions pouvant être nocives pour les ouvriers [22]. Les produits «écologiques» tels que les peintures «naturelles» à l'huile de lin libèrent des terpènes volatils pouvant provoquer une irritation, voire une sensibilisation, relativement importante [22].

⁸ Pictogrammes et mentions de danger prévus par le règlement (CE) n° 1272/2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges; ils remplacent les symboles de danger et les phrases indiquant les risques particuliers (phrases R) précédemment prévus au titre de la directive 67/548/CEE.

⁹ Les huiles de décoffrage sont utilisées pour le coulage du béton.

Enfin, les **nanomatériaux** sont de plus en plus utilisés dans la construction. Leur caractère écologique est revendiqué par exemple lors de l'utilisation de revêtements nanotechnologiques, qui nécessitent moins d'entretien, et de nanoparticules entrant dans la composition du béton. Ces dernières confèrent au béton une super-résistance qui permet d'ériger des murs ou des ponts plus fins et plus légers [24]. Sur un site de construction, des ouvriers ont été exposés aux nanoparticules pendant la préparation et le mélange de matériaux de ce type, quoique le perçage du béton une fois solidifié n'ait pas causé d'exposition à des nanoparticules «libres» [25].

2.2.2 Nouvelles technologies écologiques

Les technologies «vertes» pour la construction sont principalement liées aux équipements pour l'approvisionnement en énergie ou en eau, à la réduction des déchets et à l'utilisation plus efficace des matériaux, ainsi qu'à la réduction des émissions.

Les circuits d'eau séparés (doubles réseaux de canalisations), ainsi que les pommes de douche et les toilettes à faible débit, permettent de réduire la consommation d'eau potable et ne semblent pas présenter de nouveaux risques pour la SST. Il en va de même pour les systèmes de collecte des eaux de pluie qui récupèrent l'eau ruisselant des toits [4]. L'installation de systèmes d'approvisionnement en énergie renouvelable, comme des panneaux solaires et de petites éoliennes, cumule les risques associés au travail en hauteur, aux manipulations manuelles et à l'électricité, ainsi que d'autres risques éventuels, comme l'exposition à des poussières et à des températures élevées. De plus amples informations quant aux risques pour la SST liés aux énergies solaire et éolienne peuvent être obtenues en consultant les e-facts et les listes d'identification des risques qui y sont consacrés [3, 26].

La production hors site d'éléments de construction tels que des cloisons préfabriquées en béton permet de réduire le travail de «production» et d'augmenter le travail d'«assemblage» sur place. Cela peut aboutir à une utilisation plus efficace des ressources, ainsi qu'à des possibilités accrues d'éviter les émissions rejetées dans l'environnement. L'exposition à des substances dangereuses telles que le béton et le mortier frais et les agents de décoffrage du béton, l'exposition au bruit et la charge de travail due au coulage du béton (placement de moules et équipements pour le coffrage, manipulation d'appareils à vibrations) peuvent également être réduites sur les chantiers. Néanmoins, l'assemblage d'éléments préfabriqués peut aussi impliquer une charge de travail importante. De plus, il peut alors être nécessaire de recourir à des produits d'étanchéité ou adhésifs dangereux, notamment des mastics contenant des isocyanates ou des colles époxy à deux composants, qui sont de puissants sensibilisateurs [27]. Si leur conception est optimale, les éléments préfabriqués peuvent permettre une réduction d'opérations telles que le perçage et donc donner lieu à une moindre exposition à la silice cristalline, au bruit et aux vibrations. Par exemple, les trous pour le passage des canalisations peuvent être réalisés en usine plutôt que sur le site [28]. La peinture des portes, escaliers et châssis de fenêtres se fait également de plus en plus à l'extérieur du site, dans des conditions dès lors plus «contrôlées», ce qui réduit l'exposition à des composés organiques volatils sur le lieu du chantier.

Les nouvelles **technologies de démolition et le tri des déchets** pour les réutiliser et les recycler suppose généralement de trier et d'entasser sur place et à la main les matériaux recyclables comme les plastiques, le bois, le verre et le métal [7, 29]. Dans certains cas, il faut démonter morceau par morceau les assemblages de matériaux avant de procéder au tri. Des ouvriers travaillant sur des chantiers «écologiques» aux États-Unis ont signalé qu'ils touchaient aux matériaux «deux à trois fois plus souvent» que dans le cadre de chantiers classiques [4]. Il en résulte une charge de travail physique plus importante ainsi que des risques plus élevés de foulure et d'entorse, de glissade, de chute, de perforation et de choc contre un objet [4, 5, 30].

Une étude pilote portant sur le projet de construction d'une université durable aux États-Unis a révélé que le programme de recyclage des matériaux de construction augmentait les risques auxquels les ouvriers étaient exposés. Par exemple, un incident s'est produit lorsqu'un ouvrier s'est ouvert le pied en marchant sur un clou tandis qu'il triait les palettes de bois pour le recyclage [11]. Si de tels incidents peuvent aussi survenir sur des chantiers classiques, le fait d'opérer un tri sélectif sur place semble en accentuer le risque. Des porte-parole d'entreprises de construction interrogés ont indiqué que ces manipulations supplémentaires in situ «pourraient» devenir préoccupantes pour la sécurité des travailleurs [11]. Un autre aspect négatif évoqué concerne la présence de multiples bennes de recyclage, qui provoquent des ralentissements en gênant la manœuvre fluide des camions venus livrer les matériaux de construction [4]. On pourrait penser que les émissions dues aux gaz

d'échappement de moteurs diesel peuvent s'en trouver accrues sur le lieu du chantier, puisque les véhicules y stationnent plus longtemps en laissant leur moteur tourner. En outre, il a été observé que les chariots élévateurs, qui manœuvrent dans un espace restreint, augmentent parfois le risque d'accident dans ce contexte [5]. En revanche, les ouvriers d'un chantier écologique américain où le tri sélectif et le recyclage des déchets se pratiquaient activement ont remarqué que le site était «plus propre». Selon ces mêmes personnes, cela permettrait aussi de réduire le risque de trébucher, de glisser et de tomber [4].

L'utilisation accrue de matériaux d'isolation dans la construction écologique peut entraîner une plus grande exposition, par exemple, à des fibres minérales artificielles lors de travaux de démolition [14]. Ces fibres irritent fortement les voies respiratoires, les yeux et la peau. On peut supposer que le tri sélectif sur place augmente également l'exposition à ces substances, ainsi qu'à la poussière de silice et à des emballages contaminés, entre autres, par des résidus de peintures ou d'adhésifs.

Afin de faciliter le tri des matériaux et le recyclage des déchets de démolition, des organisations qui promeuvent la construction écologique recommandent de proscrire l'utilisation des adhésifs, des produits d'étanchéité ou, par exemple, la pose de revêtements de toiture bitumeux en les faisant fondre, pour éviter de mêler différents types de matériaux de façon irréversible [16]. Une conception bien pensée ou l'emploi de joints en caoutchouc peut suppléer l'utilisation de produits d'étanchéité pour calfeutrer les murs. Les toitures en bitume peuvent de même être fixées au moyen de gravillons ou de tuiles, plutôt que par un procédé de fonte ou avec des adhésifs. Cependant, si l'exposition aux substances chimiques (adhésifs, fumée de bitume) peut ainsi être réduite, le risque est que la charge de travail physique devienne plus élevée en raison du poids des tuiles ou des graviers à manipuler.

Il existe un exemple illustrant une possibilité de synergie entre les considérations écologiques et ces questions relevant de la SST: le pavage perméable. D'une part, les pavés sont conçus pour laisser filtrer l'eau, ce qui élimine le besoin de recourir à un système d'évacuation des eaux pluviales [4], et, d'autre part, ils sont censés être plus légers que des pavés classiques, d'où un possible amoindrissement de la charge de travail physique.

2.2.3 Nouveaux aménagements écologiques

Les éléments d'aménagement écologique signalés comme présentant des risques pour la SST sont notamment les lucarnes et atriums destinés à apporter de la lumière naturelle [4, 5]. Leur construction suppose d'utiliser plus d'échafaudages. Or, ceux-ci constituent l'un des principaux facteurs de risque de chutes dans le secteur de la construction [5, 30, 31]. Sur un site pilote aux États-Unis, un grand atrium a été bâti au-dessus du centre d'un immeuble haut de quatre étages. D'autre part, les puits de lumière ne sont généralement pas conçus pour supporter de lourdes charges et sont dépourvus de garde-corps qui pourraient prémunir les ouvriers contre les chutes. Enfin, les atriums peuvent comporter de larges panneaux vitrés éventuellement lourds et difficiles à porter [5].

Les «structures légères» sont une autre tendance de la construction écologique, car elles permettent d'économiser les ressources (naturelles) en réduisant les quantités nécessaires à la production des matériaux eux-mêmes. Des briques moins épaisses au poids restreint sont par exemple utilisées pour la maçonnerie [16]. Leur emploi contribue à réduire la charge de travail physique pour les maçons.

Le double vitrage et d'autres types de vitrage hautement isolant sont plus couramment utilisés dans la construction écologique. Ils pèsent en général plus lourd que le verre traditionnel. Un simple vitrage classique de 4 mm d'épaisseur pèse environ 10 kg/m², ce poids étant quasiment multiplié par deux pour un double vitrage de mêmes dimensions.

La documentation ne donne aucune information concernant l'impact des toitures vertes (toits partiellement recouverts de végétation) sur la SST. Cependant, la charge de travail physique élevée liée au transport manuel du sable ou de la terre pourrait être problématique. En outre, le contact des plantes avec la peau peut, dans certains cas, provoquer des irritations ou des réactions allergiques et il peut y avoir inhalation, lors de l'entretien de ces toitures, des moisissures ou endotoxines se développant sur les feuilles mortes. Enfin, cela peut impliquer une plus grande part de travail en hauteur et donc un accroissement des risques de chute, dès lors qu'un entretien est nécessaire environ deux à trois fois par an [32].

2.3 Organisation du travail

Les entreprises de construction se distinguent les unes des autres à bien des égards, notamment sur le plan de la culture et des performances en matière de sécurité et ce, indépendamment du caractère écologique ou non écologique de projets spécifiques. Une enquête portant sur 86 projets de bâtiments écologiques et non écologiques a montré que, statistiquement, il y avait une différence considérable entre les performances en matière de sécurité des *entrepreneurs* qui y ont participé et de ceux qui n'y ont pas participé [11].

L'existence de différences manifestes en matière de sous-traitance, d'organisation du travail et de main-d'œuvre entre les entreprises qui réalisent des projets durables et les autres n'est pas flagrante et n'a pas été évoquée dans la documentation.

La pratique de la sous-traitance dans le domaine de la construction devient de plus en plus courante. La plupart du temps, il s'agit d'un travail sporadique, où les ouvriers ne sont sollicités que de façon temporaire. Des entreprises spécialisées et leurs employés sont embauchés pour mener à bien le chantier plus efficacement, plus vite et généralement à meilleur marché. Donc, lorsque les employeurs s'adressent à des entrepreneurs, ces derniers peuvent à leur tour faire appel à des sous-traitants et une chaîne se met en place. Le travail fourni est souvent exécuté en majeure partie là où l'entrepreneur travaille, ce qui a des implications pour la sécurité et la santé des ouvriers concernés [33]. Les problèmes liés aux performances des entrepreneurs en matière de sécurité et de santé peuvent être aggravés par le manque de main-d'œuvre qualifiée et expérimentée. Cela revêt une importance particulière dans le contexte du nombre croissant de projets de construction écologique, que les travailleurs non qualifiés peuvent considérer comme des possibilités d'emploi. Les entreprises de construction peuvent également être attirées par de telles opportunités mais, étant soumises à des contraintes temporelles, ne pas prendre le temps de former leurs ouvriers sur les risques spécifiques liés aux techniques de la construction écologique. En outre, de nombreux sous-traitants sont des petites ou micro-entreprises, qui tendent à moins bien connaître et maîtriser la SST, à avoir moins de ressources disponibles à y consacrer et à faire moins souvent l'objet d'inspections [34]. Leur environnement de travail est donc moins sûr. Par ailleurs, cela peut conduire à des situations de travail illégal pour les travailleurs issus de l'immigration, avec un accès limité aux syndicats et autres formes de représentation collective, ainsi qu'aux organisations pour la promotion d'une meilleure protection de la santé et de la sécurité et de systèmes plus adéquats de gestion des risques [34]. Cela vaut également pour les chantiers écologiques, et d'ailleurs dans une plus grande mesure, puisque les entrepreneurs et sous-traitants doivent travailler avec des matériaux et des technologies – voire dans des situations – qui diffèrent de ce que l'on trouve dans le cadre de chantiers classiques. En conséquence, il est essentiel de tenir compte de tous les risques traditionnels mais aussi d'identifier les nouveaux dangers éventuels liés aux aménagements écologiques, en évaluant les risques pour la santé et la sécurité des travailleurs [3], et de les éliminer ou de les réduire autant que possible.

3 Prévention

La législation de l'UE et des États membres impose aux employeurs de réaliser des évaluations des risques et de mettre en place des stratégies de prévention conformément à la «hiérarchie des mesures de contrôle» [35]. Il convient que les mesures de contrôle des risques pour la SST soient prises au plus près de la source du risque considéré. Cela s'applique aussi aux projets de bâtiments verts. D'autre part, il convient d'y associer les principaux acteurs, entrepreneurs et sous-traitants, y compris leurs employés, afin de garantir la bonne coordination des dispositions en faveur de la SST sur les sites de construction. De façon générale, la stratégie de prévention la plus efficace consistera à «anticiper» les risques dès la phase de conception [10]. Pour ce faire, les ingénieurs, les architectes et les fabricants de matériaux de construction sont des partenaires cruciaux. Nombre d'entre eux peuvent avoir besoin d'informations et de soutien pour pouvoir sélectionner les matériaux et techniques permettant de réduire les dangers et les risques professionnels, et présentant donc des avantages à la fois pour l'environnement et pour les travailleurs. Il a par conséquent été suggéré d'établir une «liste rouge» des propositions d'aménagements afin d'aider les architectes à intégrer le concept de «prévention par la conception» [36].

La liste d'identification des risques <https://osha.europa.eu/en/publications/e-facts/e-fact-71-hazard-identification-checklist-occupational-safety-and-health-issues-associated-with-green-building/view> qui accompagne le présent e-fact contient des informations pratiques relatives à la prévention.

Références

- [1] US Environmental Protection Agency, Green building basic information, 2009. Disponible à l'adresse suivante: <http://www.epa.gov/greenbuilding/pubs/about.htm>.
- [2] UNEP (United Nations Environmental Programme), Green jobs: towards decent work in a sustainable, low-carbon world, Nairobi, UNEP, 2008. Disponible à l'adresse suivante: http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/---emp_ent/documents/publication/wcms_158727.pdf
- [3] ILO (International Labour Organization), Promoting safety and health in a green economy, World day for safety and health at work, 28 April 2012, ILO, 2012. Disponible à l'adresse suivante: http://www.ilo.org/safework/info/video/WCMS_175600/lang--en/index.htm.
- [4] Gambatese, J. A., Rajendran, S. and Behm, M. G., 'Green design & construction: Understanding the effects on construction worker safety and health', *Professional Safety*, Vol. 52, No 5, 2007, pp. 28–35.
- [5] Chen, H., Green and healthy jobs, Centre for Construction Research and Training, 2010. Disponible à l'adresse suivante: <http://www.cpwr.com>.
- [6] Dirlich, S., 'A comparison of assessment and certification schemes for sustainable building and suggestions for an international standard system', *IMRE Journal*, Vol. 5, No 1, 2011, pp. 1–12.
- [7] BRE, BREEAM new construction, non-domestic buildings, Technical manual SD5073, BRE Global Ltd, 2011.
- [8] Renner, M., Sweeney, S. & Kubit, J., Green jobs: Working for people and the environment, Worldwatch Report 177, Washington, DC, 2008.
- [9] NIOSH (National Institute of Occupational Safety and Health), Summary of the Making green jobs safe workshop, December 14–16, 2009, Washington, DC, 2011. Disponible à l'adresse suivante: <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2011-201/pdfs/2011-201.pdf>.
- [10] Schulte, P. A., Heidel, D. Okun, A. & Branche, C., 'Making green jobs safe (editorial)', *Industrial Health*, Vol. 48, 2010, pp. 377–379.
- [11] Rajendran, S., Gambatese, J. A. & Behm, M. G., 'Impact of green building design and construction on worker safety and health', *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 135, No. 10, 2009, pp. 1058–1066.
- [12] Las Vegas Sun, 'Construction deaths: fatal construction accidents on The Strip - Pace is the new peril', 2008. Disponible à l'adresse suivante: <http://www.lasvegassun.com/news/2008/mar/30/construction-deaths/>.
- [13] Hazards, Green collared, red alert on the perils of green jobs, Hazards Special Report, No. 107, 2009. Disponible à l'adresse suivante: <http://www.hazards.org/greenjobs/greencollared.htm>.
- [14] FNV Bouw, Working with insulation materials [in Dutch], Woerden, Netherlands, FNV Bouw, 2010.
- [15] Directive 2004/37/CE du Conseil du 29 avril 2004 concernant la protection de travailleurs contre les risques liés à l'exposition à des agents cancérigènes ou mutagènes au travail. Disponible à l'adresse suivante: <http://osha.europa.eu/en/legislation/directives/exposure-to-chemical-agents-and-chemical-safety/osh-directives/directive-2004-37-ec-indicative-occupational-exposure-limit-values>.
- [16] ICDUBO, Innovation Centre Sustainable Construction, Netherlands, 2012. Disponible à l'adresse suivante: <http://www.icdubo.nl>.
- [17] International Agency for Research on Cancer (IARC) and World Health Organization (WHO), Silica and some silicates, IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans, Volume 68, IARC and WHO, Lyon, 1997. Disponible à l'adresse suivante: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol68/volume68.pdf>.

- [18] Cherrie, J., van Tongeren, M. & Tran, L. 'Occupational exposure limits for dusts', Presentation at the British Occupational Hygiene Society (BOHS) 2012 conference, Occupational Hygiene 2012, 24–26 April 2012, Cardiff, Wales. Disponible à l'adresse suivante: <http://www.bohs.org/oh2012/presentations/>.
- [19] Joint Research Centre, ESIS database, 2012. Disponible à l'adresse suivante: <http://esis.jrc.ec.europa.eu>.
- [20] Jongen, M., Visser, R. & Zwetsloot, G., Proeftuin secundaire bouwgrondstoffen, TNO Arbeid, Hoofddorp, Netherlands, 2003.
- [21] Norbäck, D., Wieslander, G. & Edling, C., 'Occupational exposure to volatile organic compounds (VOCs) and other air pollutants from the indoor application of water-based paints', Annual Occupational Hygiene, Vol. 39, No. 6, 1995, pp. 783–794.
- [22] Terwoert, J., van Raalte, A. T. & Zarkema, J. W., Health effects of water-based products used in the painting sector [in Dutch], Chemiewinkel University of Amsterdam/Arbouw, Amsterdam, Netherlands, 2002.
- [23] Riala, R., Chemical use and self-reported health effects among Finnish house painters, IOHA 5th international scientific conference, 10-14 June 2002, Bergen, Norway. Disponible à l'adresse suivante: <http://www.nyf.no/bergen2002/program/monday.htm>
- [24] Cornelissen, R., Terwoert, J. & van Broekhuizen, F., Nanotechnology in the Dutch construction industry (in Dutch), Harderwijk/Amsterdam, Arbouw/IVAM, 2011.
- [25] Van Broekhuizen, P., van Broekhuizen, F. Cornelissen, R. & Reijnders, L., 'Use of nanomaterials in the European construction industry and some occupational health aspects thereof', Journal of Nanoparticle Research, published online 11 January 2011. Disponible à l'adresse suivante: http://www.nanoservices.nl/include/Van_Broekhuizen_etal_2011_Use_of_nanomaterials_in_the_European_construction_industry1.pdf.
- [26] EU-OSHA (European Agency for Safety and Health at Work), Green jobs and occupational safety and health: Foresight of new and emerging risks associated with new technologies by 2020, 2013. Disponible à l'adresse suivante: <https://osha.europa.eu/en/publications/reports/summary-green-jobs-and-occupational-safety-and-health-foresight-on-new-and-emerging-risks-associated-with-new-technologies-by-2020>
- [27] Spee, T., van Duivenbooden, C. & Terwoert, J., 'Epoxy resins in the construction industry', Annals of the New York Academy of Sciences, Vol. 1076, 2006, pp. 429–438.
- [28] Arbouw, Kwartsstof te lijf [Tackle silica dust], Amsterdam, Stichting Arbouw, 2010. Disponible à l'adresse suivante: <http://www.arbouw.nl/pdf/specials/kwartsstof-te-lijf-wg>.
- [29] Heesen, Th.J., Sustainable and healthy building – experiences in a construction project [in Dutch], Amsterdam/Woerden, Netherlands, Chemiewinkel UvA/FNV Bouw, 1995.
- [30] Gambatese, J. A. & Behm, M. G., 'Making "green" safe', PtD in Motion, No. 5, 2009, pp. 8-9. Disponible à l'adresse suivante: <http://www.cdc.gov/niosh/topics/ptd/pdfs/PtD-inMotion-Issue5.pdf>
- [31] Ellenberger, D., Green and healthy jobs, Based on a report by Helen Chen, J.D., M.S., Labor Occupational Health Program, University of California at Berkeley – 2010, CPWR, 2010. Disponible à l'adresse suivante: <http://www.elcosh.org/en/document/1221/d001096/green-and-healthy-jobs-a-presentation-based-on-a-report-of-the-same-name-by-helen-chen.html>.
- [32] Groendakinfo, Leggen van sedummatten of vegetatierollen, 2012. Disponible à l'adresse suivante: <http://www.groendak.info/doe-het-zelf-met-sedum/aanleg-en-onderhoud>.
- [33] EU-OSHA (European Agency for Safety and Health at Work), Promoting occupational safety and health through the supply chain, 2012. Disponible à l'adresse suivante: https://osha.europa.eu/en/publications/literature_reviews/promoting-occupational-safety-and-health-through-the-supply-chain/view
- [34] Walters, D. & James, P., 'Understanding the role of supply chains in influencing health and safety at work', Leicester, IOSH (Institution of Occupational Safety and Health), 2009.

- [35] Directive 89/391/CEE du Conseil du 12 juin 1989 concernant la mise en œuvre de mesures visant à promouvoir l'amélioration de la sécurité et de la santé des travailleurs au travail. Disponible à l'adresse suivante:
http://europa.eu/legislation_summaries/employment_and_social_policy/health_hygiene_safety_at_work/c11113_en.htm.
- [36] Behm, M., 'Rapporteur's report: Construction sector', Journal of Safety Research, Vol. 29, 2008, pp. 175–178.

Lectures complémentaires

Répertoire des matériaux de construction durables: www.rematerialise.org.

La prévention par la conception sur le site web du NIOSH:
<http://www.designforconstructionsafety.org/>.

Documents de l'EU-OSHA:

- Rapport «*La sécurité et la santé au travail dans les emplois verts: prospective sur les risques nouveaux et émergents liés aux nouvelles technologies d'ici à 2020*», 2013. Disponible à l'adresse suivante: <https://osha.europa.eu/en/publications/reports/summary-green-jobs-and-occupational-safety-and-health-foresight-on-new-and-emerging-risks-associated-with-new-technologies-by-2020>
- Liste d'identification des risques pour la SST liés à la construction écologique, disponible à l'adresse suivante: <https://osha.europa.eu/en/publications/e-facts/e-fact-71-hazard-identification-checklist-occupational-safety-and-health-issues-associated-with-green-building>
- E-facts sur la SST et applications de l'énergie solaire à petite échelle, disponible à l'adresse suivante: <https://osha.europa.eu/en/publications/e-facts/e-fact-68-osh-and-small-scale-solar-energy-applications>
- Liste d'identification des risques et applications de l'énergie solaire à petite échelle, disponible à l'adresse suivante: <https://osha.europa.eu/en/publications/e-facts/e-fact-69-hazard-identification-checklist-osh-risks-associated-with-small-scale-solar-energy-applications/view>
- E-facts sur la SST dans le secteur de l'énergie éolienne (en préparation).
- Listes d'identification des risques pour la SST dans le secteur de l'énergie éolienne (en préparation).
- État des lieux de la SST dans le secteur de l'énergie éolienne (en préparation)