

LISTE DE CONTRÔLE: RECENSER LES DANGERS DES APPLICATIONS À PETITE ÉCHELLE DE L'ÉNERGIE SOLAIRE POUR LA SST

Partie A: Introduction



Auteur: David Tijero Osorio

risques.

La présente liste de contrôle vise à aider à déterminer les dangers potentiels des systèmes d'énergie solaire à usage domestique et à petite échelle pour la santé et la sécurité des travailleurs. Elle couvre tous les stades du cycle de vie, de la fabrication, l'installation et la maintenance au déclassement et au recyclage. Elle offre de plus des exemples de types d'action pouvant être mis en place, aux niveaux technique, organisationnel et individuel, pour prévenir ou réduire les risques. Cette liste de contrôle peut être considérée comme faisant partie intégrante d'un élément de l'évaluation des

Il existe deux grandes méthodes de production d'énergie solaire. Ces deux méthodes peuvent être utilisées dans les habitations privées ou d'autres lieux de taille limitée, tels les entreprises (PME par exemple) et les immeubles de bureaux. Les systèmes héliothermiques produisent de l'énergie thermique, tandis que les systèmes photovoltaïques (PV) produisent de l'électricité. Ces deux systèmes sont généralement placés sur les toits. Ils seront examinés plus attentivement dans ce document. Des informations plus détaillées sur les risques et la prévention sont disponibles dans l'édition d'e-fact suivante: <https://osha.europa.eu/en/publications/e-facts/e-fact-68-osh-and-small-scale-solar-energy-applications>.

Le principe de base d'un système thermique est l'utilisation de la lumière du soleil pour chauffer directement un fluide qui crée de l'énergie thermique. Le système transfère l'énergie thermique dans un réservoir de stockage interne (chauffe-eau). Le fluide est souvent de l'eau, mais des additifs tels que le glycol empêchent la congélation et améliorent les caractéristiques du transfert de chaleur. Cette technologie n'utilise pas de produits chimiques dangereux et ne présente pas de danger électrique. Toutefois, l'utilisation de fluides chauds entraîne des risques de brûlures.

Les systèmes photovoltaïques utilisent des cellules pour transformer le rayonnement solaire en électricité. La cellule est formée d'une ou deux couche(s) d'un matériau semi-conducteur, en général du silicium. Les cellules en couche mince ne contiennent que de faibles quantités de matériaux semi-conducteurs et de métaux, tel le tellure de cadmium (CdTe). La lumière solaire crée un champ électrique traversant les couches, ce qui produit un courant électrique. La plupart des systèmes PV sont directement raccordés au réseau électrique et ne nécessitent donc pas de stockage dans des batteries. Les installations PV présentent des dangers électriques, en grande partie parce que le fait de les séparer du secteur n'empêche pas le système de produire une tension de courant continu dangereuse, même en l'absence de lumière directe du soleil. De plus, des lignes à haute tension endommagées peuvent provoquer une décharge électrique, et donc des risques de brûlures graves, voire d'électrocution.

Les installations d'énergie solaire peuvent être à la source d'une combinaison de risques durant tout leur cycle de vie. Les principales catégories de dangers sont les suivantes: exposition à des produits chimiques et métaux toxiques, risques électriques (installations PV), risques de brûlures (installations héliothermiques), travail en hauteur, et troubles musculo-squelettiques. Les risques psychosociaux et les questions d'organisation du travail doivent également être étudiés, notamment parce que les installations d'énergie solaire à petite échelle peuvent faire appel à une main-d'œuvre diverse, aux caractéristiques, compétences et besoins très différents: travailleurs recrutés par les sous-traitants, travailleurs migrants, travailleurs clandestins, nouveaux venus (non qualifiés) dans le secteur. Toutes

les opérations effectuées sur les installations d'énergie solaire à petite échelle nécessitent que les intervenants apprennent à évaluer les divers risques et à prendre les mesures appropriées en matière de sécurité et de santé.

La fabrication, le démontage ou le recyclage des systèmes PV peuvent entraîner une exposition à des produits chimiques. Durant leur assemblage et leur réparation, ou à la suite de dégâts accidentels (dans le cas d'une fuite par exemple), les risques chimiques potentiels sont inférieurs, car seules de petites quantités de matériaux semi-conducteurs sont présentes dans les produits finis. Les installations solaires présentent des risques électriques durant l'installation ou la désinstallation, le raccordement et la maintenance. Contrairement aux systèmes traditionnels, ces systèmes ne permettent pas de couper le courant. Les travailleurs chargés de l'installation, la désinstallation ou la maintenance et les pompiers affrontent des risques électriques, car les systèmes PV et tous leurs éléments sont alimentés en courant lorsqu'ils sont exposés à lumière du soleil [1]. Le travail sur les toits peut également exposer les travailleurs à un risque d'électrocution en raison de la proximité des lignes à haute tension. Les risques de la manutention manuelle doivent être pris en compte durant toutes les phases du cycle de vie. Le travail sur des toits (inclinés) et à proximité peut contribuer aux risques de chute depuis un point élevé, d'effondrement et de chute de matériel. L'inhalation de poisons est un risque répandu durant les incendies, et diffère peu des risques présents lors des incendies de bâtiments ordinaires.

Les propriétaires, les gérants de sociétés, les gardiens d'immeubles ou les personnes chargées de la maintenance dans les entreprises ou les bureaux peuvent aussi se mettre en danger en effectuant des tâches d'entretien. En général, ces personnes ne possèdent pas de connaissances ou de compétences suffisantes pour traiter les risques diversifiés. De plus, les propriétaires ou les gérants n'ont pas nécessairement les connaissances requises pour distinguer les entrepreneurs qualifiés de ceux qui ne le sont pas lorsqu'ils leur confient l'installation ou la maintenance des systèmes d'énergie solaire. Il existe également un risque de perte des informations utiles à une maintenance sûre des installations d'énergie solaire en cas de transfert de propriété d'une habitation ou d'une entreprise.

▪ **Comment utiliser la présente liste de contrôle**

- Cette liste de contrôle n'est pas destinée à couvrir tous les risques présents sur chaque lieu de travail, mais à faciliter l'introduction du processus d'identification des dangers, et à définir et appliquer les mesures de prévention pertinentes.
- Une liste de contrôle n'est que la première étape d'une évaluation des risques. Des informations supplémentaires ou l'aide d'experts peuvent être requises pour évaluer des risques plus complexes.
- Vous devez adapter la liste de contrôle à votre secteur d'activité ou à votre lieu de travail, et aux caractéristiques de la main-d'œuvre, car des catégories spécifiques de travailleurs peuvent avoir des besoins spécifiques. Vous devrez peut-être traiter certains aspects supplémentaires, ou abandonner certains points non pertinents dans votre cas.
- Pour des raisons pratiques et analytiques, une liste de contrôle présente les problèmes ou les dangers séparément, mais ils peuvent être étroitement liés sur les lieux de travail. Vous devez donc tenir compte des interactions entre les différents problèmes ou facteurs de risques recensés. Parallèlement, une mesure préventive mise en place pour traiter un risque spécifique peut aussi contribuer à prévenir un autre risque.
- Il est tout aussi important de vérifier que chaque mesure destinée à réduire l'exposition à un facteur de risque n'accroît pas le risque d'exposition à d'autres facteurs.

▪ **Questions importantes à traiter**

- Les responsables et les travailleurs sont-ils conscients des risques potentiels associés aux installations d'énergie solaire et sont-ils engagés dans leur prévention?
- L'organisation a-t-elle adopté une approche participative pratique (association des travailleurs) de la résolution des problèmes?

- Des effectifs ayant suivi une formation adéquate ont-ils entrepris des évaluations des risques complètes?
- Tous les cas signalés d'accidents et d'incidents sont-ils analysés?
- Comment l'efficacité des mesures prises pour prévenir les risques induits par les installations d'énergie solaire durant tout leur cycle de vie est-elle évaluée et contrôlée?

Partie B: Liste de contrôle pour la prévention des accidents et des effets néfastes pour la santé dans le secteur de l'énergie solaire (applications à usage domestique et à petite échelle)

À titre d'exemple:

- Le danger existe-t-il sur le lieu de travail?
- Les dangers sont-ils éliminés, ou, en cas d'impossibilité, contrôlés pour minimiser les influences négatives sur la sécurité et la santé de toutes les personnes concernées?

Répondre «**NON**» à l'une des questions suivantes indique que des **améliorations sont nécessaires** sur le lieu de travail. La partie C présente des exemples de mesures susceptibles d'être introduites dans le cadre de travail.

QUESTIONS		Oui	Non
1. Fabrication			
Exposition aux substances dangereuses (voir aussi les références [2] et [3])			
1.1	L'exposition des travailleurs aux produits chimiques et aux poussières est-elle éliminée ou, en cas d'impossibilité, réduite au minimum, en privilégiant les mesures à la source, conformément à la hiérarchie des mesures de contrôle, telle que décrite dans la législation sur les substances dangereuses? (Directive 98/24/CE sur les risques liés à des agents chimiques sur le lieu de travail (http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:01998L0024-20070628:FR:NOT) et directive 2004/37/CE sur les agents cancérigènes ou mutagènes au travail (http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32004L0037R(01):FR:NOT)). Il convient de vérifier la législation nationale sur les substances dangereuses, qui peut comporter des dispositions plus strictes.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.2	La ventilation mécanique est-elle suffisante dans toute la zone de fabrication?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.3	Lorsque les mesures de réduction des risques à la source sont insuffisantes, un équipement de protection individuelle est-il fourni, utilisé et entretenu si nécessaire?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.4	Les travailleurs ont-ils appris à utiliser correctement l'équipement de protection individuelle fourni?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.5	Les produits chimiques inflammables ou toxiques sont-ils stockés dans des conteneurs adaptés et dans une zone aérée, lorsqu'ils ne sont pas utilisés?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.6	Les bouteilles de gaz dangereux (le silane par exemple) sont-elles stockées de manière adéquate dans une zone isolée et sécurisée, ou dans des réservoirs à gaz à purge?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.7	Des procédures sont-elles en place pour garantir la sécurité de la maintenance et du nettoyage des installations de la fabrication lorsqu'une exposition aux produits chimiques et aux poussières est possible?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.8	La qualité de l'air sur le lieu de travail et de l'air évacué est-elle contrôlée?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

QUESTIONS		Oui	Non
1.9	Des fiches de données de sécurité sont-elles fournies?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.10	Les travailleurs ont-ils accès aux informations sur les procédures de travail sûres?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.11	Existe-t-il un plan d'urgence?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Questions de manutention manuelle			
1.12	Le travail est-il organisé de manière à éviter, ou, en cas d'impossibilité, à réduire au minimum les opérations de manutention manuelle, telles les opérations de levage et de portage, et les gestes répétitifs (même si les objets manipulés sont légers)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.13	Les travailleurs ont-ils été formés à des techniques de manutention manuelle sûres?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Installation, maintenance, déclassement			
Organisation du travail, risques psychosociaux			
2.1	Les informations sur le système solaire, l'installation électrique et le bâtiment (requis pour accomplir les travaux en toute sécurité) sont-elles mises à la disposition des travailleurs?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.2	Existe-t-il une formation aux procédures de travail sûres?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.3	Existe-t-il une coopération, une communication et un échange d'informations suffisants entre les différents acteurs impliqués (par exemple le propriétaire du bâtiment, le gestionnaire de chantier et les travailleurs), afin de garantir que les travaux soient exécutés en toute sécurité, en particulier si des entreprises et sous-traitants divers sont impliqués?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.4	Les travailleurs participent-ils à l'évaluation des risques sur le lieu de travail?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.5	Les dangers professionnels liés à l'organisation du travail et au stress professionnel ont-ils été examinés dans le cadre de l'évaluation des risques sur le lieu de travail?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.6	Des mesures adéquates ont-elles mises en place pour éviter une charge de travail élevée et des délais serrés?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.7	Les besoins et les risques spécifiques des différentes catégories de travailleurs (travailleurs migrants, travailleurs jeunes ou plus âgés, travailleurs de sexe féminin ou masculin, etc.) ont-ils été évalués?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.8	Des mesures ont-elles été mises en place pour communiquer les informations aux travailleurs susceptibles de mal maîtriser la langue de travail (travailleurs immigrés par exemple), afin qu'ils puissent accomplir leur travail dans des conditions sûres?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Travail en hauteur; risques de glisser, trébucher et tomber (voir aussi les références [4], [5], [6] et [7])			
2.9	Est-il possible d'éviter le travail en hauteur de manière générale, et en particulier sur des toits inclinés?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.10	S'il est nécessaire de travailler en hauteur, des plates-formes élévatrices mobiles et des échafaudages sont-ils disponibles le cas échéant?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



QUESTIONS		Oui	Non
2.11	Si une échelle est utilisée pour atteindre un lieu de travail élevé, l'échelle appropriée a-t-elle été choisie, et est-elle utilisée en toute sécurité?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.12	S'il est nécessaire de travailler sur un toit, a-t-on vérifié que ce toit est sec, et ne présente pas de risque de glisser et de trébucher (mousse, neige, glace, tuyaux d'aération, équipement abandonné, etc.)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.13	S'il y a des lucarnes ou des trous et des cavités, ont-ils été sécurisés?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Risques électriques (PV), brûlures (voir aussi les références [4], [5], [6] et [7])			
2.14	Est-ce que seules les personnes qualifiées sont autorisées à travailler sur les équipements électriques?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.15	Une distance de sécurité est-elle respectée entre les lignes à haute tension et les travailleurs, les outils et le matériel, durant les activités de maintenance ou de réparation?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.16	La zone de travail à proximité de l'inverseur est-elle sèche?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.17	Les travailleurs savent-ils que de faibles tensions peuvent provoquer des chocs dus à la surprise, et donc des chutes?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.18	Les travailleurs savent-ils que de faibles quantités de lumière solaire peuvent produire une tension dans le système PV et des risques de choc ou de projection électrique ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.19	Dans le cas des systèmes héliothermiques, le capteur solaire est-il refroidi?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.20	Les travailleurs disposent-ils d'un équipement de protection individuelle adapté lorsque les mesures de réduction des risques à la source sont insuffisantes?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Risques de troubles musculo-squelettiques (voir aussi les références [4], [5], [6] et [7])			
2.21	Le travail est-il organisé de manière à éviter, ou, en cas d'impossibilité, à réduire au minimum les opérations de manutention manuelle, telles les opérations de levage et de portage?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.22	Si des opérations de levage et de portage sont nécessaires (soulever des outils, des équipements et du matériel du sol jusqu'au toit, ou les redescendre, par exemple), des aides mécaniques sont-elles fournies?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.23	Si une grue est utilisée, les grutiers ont-ils suivi une formation adéquate?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.24	Des mesures sont-elles en place pour éviter, ou, en cas d'impossibilité, réduire au minimum les mouvements répétitifs ou le travail prolongé dans une même posture?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.25	Des mesures ont-elles été mises en place pour éviter, ou, en cas d'impossibilité, réduire au minimum la nécessité pour les travailleurs de travailler fréquemment ou longtemps à genoux ou accroupis?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>


QUESTIONS		Oui	Non
3. Intégration dans l'infrastructure, fonctionnement			
Risques électriques (PV) (voir aussi les références [4], [5], [6] et [7])			
3.1	Est-ce que seules les personnes qualifiées sont autorisées à raccorder le système au secteur?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.2	La compagnie d'électricité locale est-elle contactée pour couper le courant lorsque le matériel PV est raccordé au réseau électrique ou séparé de ce dernier, ou lorsque les travailleurs interviennent à proximité des lignes à haute tension?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.3	Les travailleurs sont-ils toujours accompagnés d'au moins un collègue lorsqu'ils travaillent sur les systèmes électriques, afin d'éliminer le travail solitaire?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.4	Les travailleurs savent-ils que les bardeaux PV présentent des risques électriques s'ils sont endommagés, par exemple durant les activités de nettoyage?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Démontage/recyclage			
Exposition aux substances dangereuses et au bruit (voir aussi les références [2], [3], [8] et [9])			
4.1	Est-il possible d'éviter l'exposition des travailleurs aux substances dangereuses en suspension (composés organiques volatils, micro-organismes, formation de poussières et d'aérosols), ou, en cas d'impossibilité, existe-t-il des mesures pour réduire l'exposition des travailleurs au minimum, en privilégiant les mesures de contrôle à la source, conformément à la hiérarchie des mesures de contrôle décrite dans la législation sur les substances dangereuses?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.2	Tous les travailleurs ont-ils accès à des lavabos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.3	L'exposition au bruit est-elle éliminée, ou, en cas d'impossibilité, réduite au minimum – limitée à 85 dB(A) – en appliquant des mesures de contrôle à la source, conformément à la hiérarchie des mesures de contrôle?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.4	Lorsque les mesures de réduction des risques à la source sont insuffisantes, un équipement de protection individuelle est-il fourni et entretenu de manière appropriée, et les travailleurs ont-ils appris à l'utiliser correctement?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Questions de manutention manuelle			
4.5	Est-il possible d'éviter, ou, en cas d'impossibilité, de réduire au minimum la manutention manuelle, en particulier les opérations de levage et de portage d'objets lourds, et les gestes répétitifs (même si les objets manipulés sont légers)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.6	En cas de manutention manuelle, la tâche peut-elle être effectuée sans lever les bras au-dessus du niveau des épaules?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.7	Les travailleurs sont-ils formés à des techniques de manutention sûres?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Secours en cas d'incendie (voir aussi les références [10] et [11])			
Risques électriques (PV), brûlures			


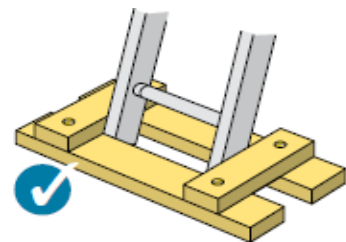
QUESTIONS		Oui	Non
5.1	Des mesures ont-elles été mises en place pour veiller à ce que les services d'urgence soient informés de la présence d'un système d'énergie solaire et du type d'installation (héliothermique, PV ou les deux)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.2	Les services d'urgence savent-ils qu'ils doivent respecter des distances de sécurité par rapport aux éléments (éventuellement) sous tension du système, de même qu'ils doivent respecter des distances de sécurité quand ils interviennent dans les centrales électriques?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.3	Les services d'urgence savent-ils que le courant continu à haute tension des systèmes PV (y compris les systèmes intégrés aux bâtiments) peut provoquer des arcs électriques?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.4	Dans le cas des systèmes héliothermiques, peut-on exclure la présence de modules solaires chauds?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Effondrement et chutes, chute de matériel			
5.5	Les services d'urgence peuvent-ils accéder facilement aux informations sur les caractéristiques des panneaux solaires en matière de résistance au feu et de propagation du feu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.6	Est-il possible de repérer aisément les bardeaux PV intégrés aux bâtiments qui pourraient être glissants?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>


Partie C: Exemples de mesures préventives


1. Fabrication	
Exposition aux substances dangereuses (voir aussi les références [2] et [3])	
1.1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tenter d'éliminer l'utilisation de substances dangereuses, ou remplacer ces dernières par des substances moins dangereuses. ▪ Appliquer des méthodes de travail qui éliminent, ou, en cas d'impossibilité, réduisent les quantités de substances dangereuses utilisées ou produites durant le processus. ▪ Utiliser un système de fabrication fermé lorsque des substances et des gaz dangereux (tel le silane) sont employés, et que les processus sont susceptibles de produire des gaz, des poussières ou des aérosols. ▪ Utiliser une ventilation par aspiration localisée à la source afin d'éliminer les substances dangereuses en suspension, les vapeurs, les composés organiques volatils, les poussières et ou les aérosols. ▪ Fournir une ventilation générale contrôlée pour éliminer l'air contaminé. ▪ Organiser les travaux en adoptant des cycles d'opération pour limiter le nombre de travailleurs exposés et les temps d'exposition.
1.2	Inspecter et nettoyer régulièrement les systèmes d'aspiration afin de préserver leur efficacité maximale.
1.3	Veiller à ce que l'équipement de protection individuelle réponde aux normes de l'UE, porte le label CE, et soit entretenu ou remplacé si nécessaire.
1.4	Former les travailleurs à l'utilisation correcte de l'équipement de protection individuelle, et veiller à ce que l'équipement de protection respiratoire soit adapté au visage de chaque travailleur, en tenant compte des différences (telles les barbes). De manière générale, un masque ajusté doit offrir un bon contact entre la peau de la personne et le joint d'étanchéité.
1.5	Stocker les réactifs et les gaz inflammables ou toxiques dans des récipients hermétiques adaptés, des placards ignifugés, des meubles ou des boîtes équipés de plateaux de décharge.
1.6	Stocker les bouteilles de gaz dangereux à l'extérieur, dans une zone isolée et sécurisée, ou dans des réservoirs à gaz nettoyés.
1.7	Effectuer une évaluation des risques avant toute activité de maintenance, réparation ou nettoyage dans les zones où des substances dangereuses sont utilisées.
1.8	Évaluer et contrôler la qualité de l'air sur le lieu de travail et la qualité de l'air évacué.
1.9	Fournir des fiches de données de sécurité pour toutes les substances dangereuses utilisées.
1.10	Offrir aux travailleurs une formation adaptée aux procédures de travail sûres (formation initiale ou sur le tas, remise à niveau) et leur fournir une supervision adéquate dans ce domaine.
1.11	Élaborer un plan d'urgence en coopération avec les experts de la sécurité et la santé au travail (SST), informer les travailleurs de ce plan, et assurer sa coordination avec les services d'urgence.
Questions de manutention manuelle	
1.12	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Essayer de revoir les méthodes de travail et l'organisation des tâches pour limiter au maximum la manutention manuelle. ▪ Fournir des systèmes mécanisés ou automatisés pour les tâches qui nécessitent de soulever des

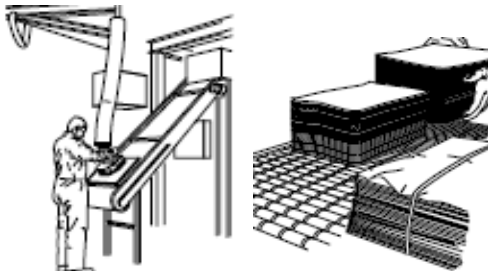
	<p>objets lourds (trier, assembler). Voir les figures 1a et 1b.</p> <p>Figure 1a: chariot à pupitre Figure 1b: élévateur à vide</p>  <p>Source: HSE, 2012 (http://www.hse.gov.uk/pubns/indg398.pdf). Contient des informations du secteur public publiées par Health and Safety Executive (Agence britannique pour la santé et la sécurité). Reproduction autorisée (Open Government Licence v1.0).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utiliser des systèmes d'acheminement ergonomiques pour limiter les postures inconfortables (effectuer des torsions, se courber, se pencher vers l'avant ou sur le côté pour saisir quelque chose). • Varier autant que possible la nature des tâches. • Organiser des pauses régulières. L'université de New South Wales (<i>University of New South Wales – Health and Safety, UNSW-OSH</i>) recommande 1 à 2 minute(s) de pause toutes les ½ heures, et 30 minutes de pause après une durée de travail de plus de 4 heures: http://www.ohs.unsw.edu.au/ohs_policies/guides/Guide%20to%20safe%20manual%20handling(2).pdf?bcsi_scan_ce299946edb5e163=0&bcsi_scan_filename=Guide%20to%20safe%20manual%20handling(2).pdf.
1.13	<p>Fournir aux travailleurs une formation sur la manutention manuelle sans danger (techniques sûres pour soulever, pousser et tirer, par exemple). Voir les figures 2a et 2b.</p> <p>Figure 2a: diable Figure 2b: maintenir la charge près de la taille</p>  <p>Source: HSE, 2011 (http://www.hse.gov.uk/pubns/indg143.pdf). Contient des informations du secteur public publiées par Health and Safety Executive (Agence britannique pour la santé et la sécurité). Reproduction autorisée (Open Government Licence v1.0).</p>
2. Installation, maintenance, déclassement	
Organisation du travail, risques psychosociaux	
2.1	Demander aux propriétaires des bâtiments ou des installations de fournir les informations requises pour permettre aux ouvriers travaillant sur le système solaire d'accomplir leurs tâches en toute sécurité.
2.2	Veiller à ce que les travailleurs aient reçu une formation adaptée et un résumé de la situation. En cas d'informations manquantes ou peu claires sur le système ou les procédures de travail, donner pour instructions aux travailleurs d'informer leur supérieur hiérarchique ou leur employeur avant de débiter le travail. Ce dernier pourra alors contacter les personnes et les experts concernés pour leur

	demander de l'aide et les interroger sur les informations manquantes.
2.3	Veiller à l'existence d'une communication efficace et d'un travail d'équipe entre le propriétaire du bâtiment, l'ensemble des travailleurs et les gestionnaires de chantier.
2.4	Consulter les travailleurs et les faire participer à l'évaluation des risques sur le lieu de travail et au choix des mesures préventives.
2.5	Évaluer les dangers professionnels liés à l'organisation du travail et aux risques psychosociaux dans le cadre de l'évaluation des risques sur le lieu de travail, y compris les aspects concernant la charge de travail, les délais, le soutien des contremaîtres et des collègues, l'autonomie, la monotonie, l'équilibre entre vie privée et vie professionnelle, etc., en utilisant une mesure telle que le questionnaire général NIOSH sur le stress au travail (http://www.cdc.gov/niosh/topics/workorg/tools/niosh-job-stress-questionnaire.html) ou l'outil indicateur sur les normes de gestion de la HSE (http://www.hse.gov.uk/stress/standards/pdfs/indicatortool.pdf).
2.6	Évaluer la charge de travail des travailleurs; vérifier que les délais peuvent être respectés et que les travaux peuvent être réalisés sans heures supplémentaires. Si la charge de travail est trop importante ou si les délais sont trop serrés, essayer de réorganiser les travaux, en consultation avec les travailleurs, afin que les charges de travail et les délais soient acceptables.
2.7	Veiller à prendre en compte les caractéristiques de toutes les catégories de travailleurs et à adapter les conditions de travail à leurs besoins spécifiques (liés à l'âge, au sexe, à la nécessité pour les travailleurs migrants d'avoir accès à des informations dans leur langue maternelle, etc.).
2.8	Fournir si nécessaire toutes les informations relatives à la sécurité dans les différentes langues des travailleurs sur le site.
Travail en hauteur; risques de glisser, trébucher et tomber (voir aussi les références [4], [5], [6] et [7])	
2.9	<p>S'efforcer de planifier et d'organiser le travail afin d'éviter les tâches en hauteur. Lorsque le travail en hauteur est indispensable, veiller à ce qu'un système soit mis en place pour prévenir ou arrêter les chutes. Voir la figure 4.</p> <p>Figure 4</p>  <p>Source: HSE, date inconnue (http://www.hse.gov.uk/falls/campaign/personaléquipement.pdf). Contient des informations du secteur public publiées par <i>Health and Safety Executive</i> (Agence britannique pour la santé et la sécurité). Reproduction autorisée (<i>Open Government Licence v1.0</i>).</p>

2.10	<p>Fournir des plates-formes élévatrices mobiles adaptées, et les empêcher de devenir instables ou de se renverser. Voir la figure 5.</p> <p>Figure 5: utilisation d'une plate-forme élévatrice mobile pour remplacer la couverture d'un toit</p>  <p>Source: HSE, 2011 (http://www.hse.gov.uk/pubns/indg284.pdf). Contient des informations du secteur public publiées par la <i>Health and Safety Executive</i> (Agence britannique pour la santé et la sécurité). Reproduction autorisée (<i>Open Government Licence v1.0</i>).</p>
2.11	<p>Pour choisir l'échelle adéquate, évaluer la hauteur depuis le chantier, l'espace où l'équipement sera installé et où les ouvriers travailleront, l'état du sol sur lequel l'équipement sera placé, les conditions atmosphériques, et les méthodes employées pour soulever les outils de travail jusqu'à la hauteur requise (http://www.hse.gov.uk/falls/roof.htm). Voir la figure 6.</p> <p>Figure 6: sécuriser la base</p> <p>Veiller à ce que l'échelle soit correctement fixée et placée sur une surface plane et stable.</p>  <p>Source: HSE, 2011 (http://www.hse.gov.uk/pubns/indg402.pdf). Contient des informations du secteur public publiées par la <i>Health and Safety Executive</i> (Agence britannique pour la santé et la sécurité). Reproduction autorisée (<i>Open Government Licence v1.0</i>).</p>
2.12	<p>Évaluer l'état du toit, les types de matériaux qui constituent la toiture et les cavités du toit pour vérifier que l'on peut y accéder en toute sécurité. Si la surface est humide (en cas de pluie, de neige ou de glace), essayer de reporter les travaux à une autre date, quand la surface sera sèche. Éliminer tout risque de trébucher ou de glisser (en accordant une attention particulière à la mousse, aux débris et aux outils abandonnés). Si le risque de trébucher ne peut pas être éliminé, il convient de placer des panneaux et des cônes de signalisation pour avertir les travailleurs du danger.</p>
2.13	<p>Utiliser des bâches rigides pour couvrir les lucarnes ou les ouvertures et les trous temporaires, ou les sécuriser en installant des garde-fous ou des dispositifs de sûreté.</p>
Risques électriques (PV), brûlures (voir aussi les références [4], [5], [6] et [7])	
2.14	<p>Veiller à ce que les travailleurs qui dirigent les travaux soient spécialement formés aux risques électriques et aux caractéristiques spécifiques des systèmes d'énergie solaire.</p>
2.15	<p>Évaluer les dangers de la zone de travail, y compris les dangers électriques des lignes à haute tension. Veiller à ce que tous les travailleurs sachent qu'il est impératif de respecter les distances de sécurité par rapport aux lignes haute tension, et vérifier qu'ils observent rigoureusement ce principe.</p>
2.16	<p>Veiller à ce que l'inverseur reste sec et l'isoler correctement.</p>
2.17	<p>S'assurer que les travailleurs sont conscients des risques électriques des systèmes PV et que des informations précises soient disponibles à ce sujet. Veiller en particulier à ce que les travailleurs sachent que la basse tension peut provoquer un effet de surprise, et par conséquent des chutes.</p>

2.18	Prévenir les courants potentiellement dangereux en utilisant des disjoncteurs-détecteurs de fuites à la terre (DDFT).
2.19	Fournir des informations sur les capteurs solaires héliothermiques. Noter que l'application d'un fluide sur un système chaud peut rapidement transformer le liquide en vapeur.
2.20	Fournir un équipement de protection individuelle adapté (écrans de protection du visage ou des yeux, chaussures, gants), et veiller à ce qu'il soit bien entretenu et que les travailleurs aient appris à l'utiliser.
Risques de troubles musculo-squelettiques (voir aussi les références [4], [5], [6] et [7])	
2.21	<p>Essayer de réorganiser le travail en limitant au maximum la nécessité pour les travailleurs de soulever et porter manuellement des poids.</p> <p>S'il est impossible d'éviter ces tâches, élaborer des procédures ou des techniques pour qu'ils soulèvent et portent les objets, chargent et déchargent les véhicules en adoptant les bons gestes, et les informer de l'existence de ces techniques.</p> <p>Former les travailleurs à l'adoption de bonnes postures de travail et à l'utilisation de techniques adaptées pour soulever et porter les objets, charger et décharger les véhicules.</p>
2.22	<p>Évaluer les caractéristiques de la charge à porter ou à soulever, et fournir une aide adaptée à la situation.</p> <p>Figure 7: palan à levier</p>  <p>À titre d'exemple, fournir une poulie ou un dispositif similaire pour hisser les objets sur des surfaces plus élevées ou les redescendre (voir la figure 7), ou utiliser des chariots élévateurs ou des grues avec un opérateur expérimenté si nécessaire.</p> <p>Source: HSE, 2009 (http://www.hse.gov.uk/pubns/priced/hsg221.pdf, p. 50). Contient des informations du secteur public publiées par la <i>Health and Safety Executive</i> (Agence britannique pour la santé et la sécurité). Reproduction autorisée (<i>Open Government Licence v1.0</i>).</p>
2.23	Vérifier les compétences du grutier et entreprendre une évaluation des risques de l'opération sur le site.
2.24	<p>Essayer de réorganiser le travail, par exemple en instaurant une variation des tâches aussi fréquente que possible, afin d'éviter que les travailleurs répètent les mêmes mouvements ou conservent les mêmes postures de travail durant de longues périodes.</p> <p>Organiser des pauses régulières. À titre d'exemple, l'université de Deakin (<i>Deakin University – Occupational Health and Safety</i>) recommande une pause de 10 minutes toutes les heures lorsque l'on travaille dans une posture contrainte. Voir: http://www.deakin.edu.au/hr/assets/resources/ohs/preventing-manual-handling-injuries.pdf.</p>

2.25	<p>Essayer de réorganiser les tâches pour éviter que les personnes travaillent à genoux ou accroupies, ou pour réduire le temps passé dans ces positions. Voir la figure 8.</p> <p>Figure 8: tapis pour les genoux</p>  <p>Utiliser une protection adaptée pour les genoux pendant les travaux effectués à genoux sur des surfaces dures.</p> <p>Source: HSE, 2008 (http://www.hse.gov.uk/research/rpdf/rr647.pdf, p. 4). Contient des informations du secteur public publiées par la <i>Health and Safety Executive</i> (Agence britannique pour la santé et la sécurité). Reproduction autorisée (<i>Open Government Licence v1.0</i>).</p>
3. Intégration dans l'infrastructure, fonctionnement	
Risques électriques (PV) (voir aussi les références [4], [5], [6] et [7])	
3.1	Veiller à ce que seuls les travailleurs spécifiquement formés aux risques électriques, aux caractéristiques des systèmes d'énergie solaire et au type de tâches associées dirigent les travaux.
3.2	<p>Évaluer les dangers du raccordement au réseau électrique et conserver les coordonnées de la compagnie d'électricité jusqu'à l'achèvement complet des travaux.</p> <p>Contactez si nécessaire la compagnie d'électricité pour couper le courant.</p>
3.3	Veiller à ce que les travailleurs ne travaillent pas seuls, mais au moins à deux. De manière générale, s'assurer que le nombre de travailleurs affectés à une tâche précise leur permet d'accomplir cette tâche en toute sécurité.
3.4	Indiquer aux travailleurs comment éviter de briser des bardeaux et prendre les mesures nécessaires pour s'en débarrasser en toute sécurité.
4. Démontage/recyclage	
Exposition aux substances dangereuses [9] et au bruit (voir aussi les références [2], [3] et [8])	
4.1	<p>S'il n'est pas toujours possible d'éliminer les dangers liés aux substances dangereuses contenues dans les déchets, la mesure de prévention la plus efficace est de réduire la production de poussières et de composés organiques volatils. Les mesures de contrôle pour éviter la présence de ces substances en suspension dans l'air incluent:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ le remplacement du traitement manuel des déchets par des processus automatisés, par exemple le remplacement du tri préliminaire manuel des déchets par un tri mécanique, ▪ la ventilation par aspiration localisée à la source, par exemple intégrée à la bande de tri, ▪ l'installation de cabines de tri équipées d'une ventilation adéquate, ▪ l'installation d'une ventilation mécanique adéquate et dotée d'un flux suffisant dans toute la zone de travail, ▪ des véhicules fermés équipés de filtres à air, ▪ la réduction du nombre de travailleurs dans les zones où ils peuvent être exposés aux substances, poussières et aérosols dangereux, et la réduction du temps passé dans ces zones, ▪ les plans d'hygiène, le nettoyage régulier et les mesures de décontamination contribuent aussi à réduire fortement l'exposition des travailleurs.

4.2	Fournir à tous les travailleurs des toilettes et des lavabos adaptés, ainsi qu'un espace de restauration à l'écart de la zone de travail.
4.3	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Remplacer les équipements bruyants par des outils plus silencieux. ▪ Adopter des mesures techniques pour procéder à l'isolation acoustique (grâce à l'encapsulation par exemple) ou utiliser des matériaux qui amortissent le bruit. ▪ Réduire le nombre de travailleurs dans les zones où ils peuvent être exposés au bruit, et réduire le temps passé dans ces zones.
4.4	Fournir un équipement de protection individuelle pour protéger les travailleurs des produits chimiques, aérosols et poussières rejetés (protection respiratoire), des déchets volants (casque de protection) et du bruit (protection auriculaire).
Questions de manutention manuelle	
4.5	<ul style="list-style-type: none"> ▪ S'efforcer d'organiser les travaux afin de réduire au minimum la manutention manuelle, telles les opérations de levage et de portage (d'objets lourds en particulier), et les gestes répétitifs (même si les objets manipulés sont légers). ▪ Si des opérations de levage sont nécessaires, utiliser des dispositifs de levage à vide. Pour les opérations de portage, utiliser par exemple des chariots électriques, des convoyeurs et des billes roulantes. Voir les figures 9a et 9b. <p>Figure 9a: convoyeur et élévateur à vide Figure 9b: rouleaux libres</p>  <p>Source: HSE, 2012 (http://www.hse.gov.uk/pubns/indg398.pdf). Contient des informations du secteur public publiées par la Health and Safety Executive (Agence britannique pour la santé et la sécurité). Reproduction autorisée (Open Government Licence v1.0).</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Éviter les gestes répétitifs, en particulier les opérations manuelles fréquentes de levage et de portage, en fournissant des aides dans ce domaine ou en automatisant ces tâches. ▪ Limiter la durée du travail et veiller à ce que les travailleurs fassent des pauses régulières. À titre d'exemple, l'université de New South Wales (<i>University of New South Wales – Health and Safety, UNSW-OSH</i>) recommande 1 à 2 minute(s) de pause toutes les ½ heures, et 30 minutes de pause après une séance de travail de plus de 4 heures: http://www.ohs.unsw.edu.au/ohs_policies/guides/Guide%20to%20safe%20manual%20handling(2).pdf?bcsi_scan_ce299946edb5e163=0&bcsi_scan_filename=Guide%20to%20safe%20manual%20handling(2).pdf.
4.6	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fournir des sangles de transport et des aides mécaniques permettant d'exécuter les tâches entre le niveau des épaules et celui de la taille. (Voir: http://www.hse.gov.uk/waste/conveyorbelt.pdf). ▪ Veiller à ce que les outils, les instruments et les machines soient conçus, placés et manipulés de telle manière que les tâches puissent être accomplies sans difficulté.
4.7	Organiser des séances de formation pour les travailleurs sur la manière d'éviter les risques associés

	à la manutention manuelle et sur les modes d'utilisation des aides mécaniques.
5. Secours en cas d'incendie (voir aussi les références [10] et [11])	
Risques électriques (PV), brûlures	
5.1	Veiller à ce que des informations détaillées sur le système d'énergie solaire, y compris le type d'installation (PV ou héliothermique) et son emplacement, soient aisément accessibles, pour qu'un plan d'action puisse être préparé.
5.2	L'équipe de secours doit être informée des caractéristiques distinctes des systèmes solaires, ainsi que des distances de sécurité à respecter lors de l'extinction d'un feu, en particulier si les niveaux de tension électrique sont inconnus. L'équipe doit comporter une personne compétente en matière de dangers électriques.
5.3	Veiller à ce que l'équipe de secours soit informée du risque de décharge électrique et des moyens de le contrôler (distances de sécurité par exemple), dans la mesure du possible.
5.4	En présence de modules solaires chauds, utiliser la soupape de sécurité pour réduire la pression et éviter la production de vapeur surchauffée.
Effondrement et chutes, chute de matériel	
5.5	Veiller à fournir à l'avance aux services d'urgence des informations détaillées sur les systèmes solaires locaux, y compris leur résistance et leur comportement en cas d'incendie.
5.6	Éviter de marcher sur les modules solaires et présumer que toutes les surfaces sont potentiellement glissantes.

Références et informations supplémentaires

- [1] Backstrom, R. & Dini, David A., Firefighter Safety and Photovoltaic Installations Research Project, Underwriters Laboratories Inc. Northbrook, IL, USA 2011. Disponible à l'adresse suivante: http://www.ul.com/global/documents/offerings/industries/buildingmaterials/fireservice/PV-FF_SafetyFinalReport.pdf
- [2] Good Company, *Health and Safety Concerns of Photovoltaic Solar Panels*, Eugene, 2010. Disponible à l'adresse suivante: <http://www.oregon.gov/ODOT/HWY/OIPP/docs/SafetyConcernsPVPanels012510.pdf?ga=t>
- [3] Fthenakis, V. M., 'Overview of Potential Hazards', *Practical Handbook of Photovoltaics: Fundamentals and Applications*, Markvart, T. & Castaner, L. (Eds.), Elsevier, 2003, pp. 854-868. Disponible à l'adresse suivante: http://www.bnl.gov/pv/files/pdf/art_170.pdf
- [4] OSEIA - Oregon Solar Energy Industries Association, *Solar Construction Safety*, Portland, 12/06. Disponible à l'adresse suivante: http://www.coshnetwork.org/sites/default/files/OSEIA_Solar_Safety_12-06.pdf
- [5] Chen, H., *Green and Healthy Jobs*, Labour Occupational Health Program, University of California at Berkeley, June 2010. Disponible à l'adresse suivante: <http://www.cpwr.com/pdfs/Green-Healthy%20Jobs%20fnl%20for%20posting.pdf>
- [6] WorkCover NSW, *Installation of solar panels (photovoltaic systems)*, Lisarow, October 2011. Disponible à l'adresse suivante: http://www.workcover.nsw.gov.au/formspublications/publications/Documents/installation_solar_panels_photovoltaic_systems_3099.pdf
- [7] OPPBTP - La prévention BTP, *Pose de panneaux photovoltaïques – Préparation d'un chantier*, 2^e édition, avril 2011. Disponible à l'adresse suivante: http://www.oppbtp.fr/thematiques/danger_nuisance_risque/electricite/documentation/pose_de_panneaux_photovoltaïques_preparation_d_un_chantier
- [8] Directive 2003/10/CE du Parlement européen et du Conseil du 6 février 2003 concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (bruit). Disponible à l'adresse suivante: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:042:0038:0044:FR:PDF>
- [9] EU-OSHA - Agence européenne pour la santé et la sécurité au travail, *Expert forecast on emerging chemical risks related to occupational safety and health*, 2009. Disponible à l'adresse suivante: http://osha.europa.eu/en/publications/reports/TE3008390ENC_chemical_risks
- [10] NFPA - National Fire Protection Association, *Fire Fighter Safety and Emergency Response for Solar Power Systems*, Quincy, May 2010. Disponible à l'adresse suivante: http://www.nfpa.org/assets/files/pdf/research/fftacticssolarpower.pdf?bcsi_scan_53dc4632274cd1ca=0&bcsi_scan_filename=fftacticssolarpower.pdf
- [11] OSFM - Office of the State Fire Marshal, *Fire Operations for Photovoltaic Emergencies*, Sacramento, November 2010. Disponible à l'adresse suivante: http://osfm.fire.ca.gov/training/pdf/Photovoltaics/Fire%20Ops%20PV%20lo%20resl.pdf?bcsi_scan_53dc4632274cd1ca=0&bcsi_scan_filename=Fire%20Ops%20PV%20lo%20resl.pdf