

SST ET APPLICATIONS À PETITE ÉCHELLE DE L'ÉNERGIE SOLAIRE

1 Introduction

Les installations d'énergie solaire à usage domestique et à petite échelle sont largement utilisées, mais les aspects connexes en matière de sécurité et de santé au travail (SST) ont été peu étudiés jusqu'à présent. De nombreuses catégories de travailleurs, sur des lieux de travail différents et dans des secteurs variés, interviennent dans le domaine de l'énergie solaire, qu'il s'agisse de la fabrication, du transport, de l'installation, de la maintenance ou du déclassé et du recyclage. Il est donc important d'accorder une attention suffisante à la SST lors de la planification et de la conception de ces applications, afin d'éviter les risques dans ce domaine à un stade ultérieur de leur cycle de vie. La présente publication vise à sensibiliser aux facteurs de risques professionnels et aux questions de SST liés aux installations d'énergie solaire à usage domestique et à petite échelle, durant tout leur cycle de vie.



Author: DavidTijeroOsorio

1.1 Base technologique et application des installations solaires à petite échelle

Deux types de technologies utilisent l'énergie solaire: l'énergie photovoltaïque (PV) et l'énergie héliothermique. Ni l'une ni l'autre n'entraînent d'émissions de gaz à effet de serre ou de gaz toxiques, et elles sont toutes deux adaptées à des applications à petite échelle. L'énergie solaire concentrée (ESC) est réservée aux applications à grande échelle.

Les systèmes photovoltaïques, qui utilisent des cellules pour transformer le rayonnement solaire en électricité, sont les plus répandus. La lumière solaire crée un champ électrique traversant les couches de matériau semi-conducteur, ce qui produit un courant électrique continu. Un inverseur transforme le courant continu en courant alternatif. La transformation du rayonnement se fonde sur un effet physique et ne peut être interrompue.

Le matériau semi-conducteur le plus fréquemment utilisé dans les cellules photovoltaïques est le silicium. Les processus et les matériaux de fabrication sont similaires à ceux utilisés dans l'industrie microélectronique. Les techniques de pointe emploient des cellules en «couche mince», qui utilisent d'infimes quantités de matériaux semi-conducteurs, appliqués en couches fines sur des surfaces en verre, en métal ou en plastique. Les matériaux employés dans la technologie photovoltaïque (PV) incluent le silicium cristallin (x-Si), le silicium amorphe (a-Si), le tellure de cadmium (CdTe), le cuivre-indium-diséléniure (CIS) et le cuivre-indium-gallium-disulfure (CIGS).

La plupart des installations PV à petite échelle sont raccordées au système d'alimentation électrique. Ces installations peuvent être placées sur les toits des maisons, immeubles ou bâtiments commerciaux. Les matériaux PV peuvent également être intégrés aux bâtiments (dans les façades des maisons ou les panneaux de toiture).

Les chauffages thermiques solaires ou les chauffe-eau solaires transforment la lumière du soleil en chaleur. Ils incluent des capteurs plans dont le fluide caloporteur est un mélange eau/glycol. La chaleur est transportée vers un réservoir de stockage et peut être utilisée pour l'alimentation en eau chaude ou le chauffage. Contrairement à l'énergie photovoltaïque (PV), l'énergie héliothermique

n'utilise pas de matériaux toxiques, explosifs, corrosifs ou potentiellement cancérigènes, et ne présente pas de danger électrique.

1.2 Objectifs politiques

L'Union européenne (UE) a adopté une politique climatique et énergétique ambitieuse: elle entend lutter contre le changement climatique, améliorer la sécurité énergétique et faire de l'Europe une économie à faibles émissions de CO₂. Afin de favoriser ce processus, la Commission européenne s'est fixé pour objectif de réduire les émissions de CO₂ d'au moins 20 % entre 1990 et 2020, et d'accroître de 20 % la part des énergies renouvelables dans la consommation totale d'énergie primaire.

L'énergie solaire joue un rôle majeur dans la durabilité du bouquet énergétique en Europe, et la Commission investit dans la promotion de l'énergie solaire. Dans le cadre du plan stratégique européen pour les technologies énergétiques (plan SET), une initiative industrielle européenne a été lancée pour faire de l'énergie solaire une énergie propre, compétitive et durable, qui fournira jusqu'à 15 % de la demande d'électricité européenne d'ici 2020.

L'énergie solaire sollicite généralement davantage de main-d'œuvre que les technologies conventionnelles, telles les technologies fondées sur les combustibles fossiles. En conséquence, la campagne de l'UE en faveur de l'énergie solaire participe à l'évolution structurelle de l'emploi et crée de nombreux emplois dans le secteur de l'énergie solaire.

1.3 Rôle et impact de l'énergie solaire

La croissance du secteur solaire a été rapide durant les deux dernières décennies, et cette tendance devrait se poursuivre. La réduction des coûts des systèmes d'énergie solaire, grâce à la disponibilité des fonds et des investissements publics, suscite une demande élevée d'installations domestiques. Les investissements substantiels de l'Europe dans l'énergie solaire se reflètent dans la progression des emplois: ce secteur employait 320 000 personnes en 2011, ce qui représente une hausse de 86 % par rapport à 2009 [1].

La capacité électrique solaire des systèmes photovoltaïques dans l'ensemble des États membres s'élevait à 26 gigawatts (GW) en 2010 et devrait atteindre 84 GW en 2020. La croissance annuelle moyenne de la capacité électrique solaire était de 64 % entre 2005 et 2010. La croissance annuelle moyenne prévue de l'énergie héliothermique est estimée à 16 % durant la période 2005-2020, mais cette dernière occupe toujours une place très inférieure à celle de l'électricité solaire [2].

Le marché solaire européen ralentit dans les pays les plus avancés dans ce domaine, tels l'Allemagne et l'Espagne, principalement en raison d'une réduction de l'aide gouvernementale. En revanche, certains marchés plus limités d'Europe centrale et orientale connaissent une croissance rapide. Ces pays (Autriche, Belgique, Ukraine, Bulgarie, République tchèque et Roumanie) offrent de plus en plus souvent des mesures incitatives telles que tarifs de rachat fixes et avantages fiscaux. Cette stratégie pourrait entraîner une diffusion plus homogène de l'énergie solaire dans l'UE dans un avenir proche.

2 La SST durant tout le cycle de vie des systèmes solaires à petite échelle

Le cycle de vie des installations solaires à petite échelle comprend les étapes suivantes: conception et planification, fabrication, transport, installation, intégration dans l'infrastructure, fonctionnement et maintenance, démantèlement et, en dernier lieu, enlèvement et recyclage. Ces étapes impliquent l'intervention de différentes catégories de travailleurs, dans des secteurs et sur des lieux de travail variés: mécaniciens spécialisés dans les machines industrielles, ingénieurs électriciens, soudeurs, métallurgistes, électriciens, installateurs de systèmes d'énergie solaire, ouvriers du bâtiment, travailleurs chargés de la gestion des déchets, etc. [3].

L'analyse des aspects relatifs à la SST durant ces différentes étapes montre que les principaux dangers (substances dangereuses, travail en hauteur, glissades, faux pas et chutes, dangers électriques et risques d'incendie) peuvent donc concerner de nombreux travailleurs sur de nombreux lieux de travail. Par conséquent, il est important, lors de la conception de panneaux solaires, d'étudier la SST durant tout le cycle de vie du système, et de prévoir un système qui minimise les risques pour la santé et la sécurité des travailleurs durant les stades ultérieurs du cycle de vie. Il convient également d'effectuer des tests d'évaluation de la SST avant la commercialisation du produit, afin de veiller à ce que ce dernier réponde à des normes de SST acceptables.

La majorité des dangers associés aux systèmes solaires à petite échelle sont globalement connus par l'intermédiaire d'autres industries, et peuvent être gérés avec les connaissances existantes en matière de SST. Toutefois, de nouvelles combinaisons de performances sont également requises pour affronter des ensembles de dangers inédits et gérer de nouveaux produits (tuiles photovoltaïques par exemple, qui font des tuiles une source de danger électrique) et des substances telles que les nouveaux nanomatériaux. Pour les installations solaires de production d'eau chaude, par exemple, les travailleurs doivent réunir les compétences de couvreurs, plombiers et électriciens, et posséder une expérience du travail en hauteur.

La demande croissante d'installations solaires à usage domestique et à petite échelle entraînera peut-être une pénurie de compétences difficile à combler rapidement. Des travailleurs pourront donc être amenés à utiliser de nouvelles technologies, ou des technologies qu'ils connaissent peu, malgré leur manque de formation et de compétences en la matière [4]. De plus, les fonds publics offerts pour encourager ces installations peuvent attirer de nouvelles entreprises insuffisamment expérimentées dans ce domaine, et la volonté d'obtenir ces subventions avant leur éventuelle suppression pourrait faire oublier la SST.

Il n'existe pas, à l'heure actuelle, de données fiables sur les accidents professionnels liés aux systèmes d'énergie solaire. Étant donné que la plupart des travaux liés à l'installation de ces systèmes sont effectués par des travailleurs indépendants ou des personnes travaillant dans l'économie informelle, il est compliqué de collecter des données sur les accidents et maladies liés au travail. L'évaluation des risques sur le lieu de travail peut aussi être entravée par le manque de données disponibles sur la sécurité et la santé, notamment en ce qui concerne la vaste gamme de technologies solaires et les processus de fabrication des cellules photovoltaïques. Les données disponibles sur les chutes fatales depuis un point élevé semblent indiquer que les systèmes d'énergie solaire installés sur les toits sont nettement plus dangereux que les énergies éolienne et nucléaire (0,44 décès par térawatt/heure chaque année, contre 0,15 et 0,04 décès respectivement) [6]. Dans la mesure où la demande d'installations solaires à petite échelle augmente, la probabilité d'accidents liés à la santé et à la sécurité pourrait également augmenter.

Le développement du secteur solaire suscite une progression substantielle de chaque étape du cycle de vie des technologies, avec des risques potentiels pour un nombre accru de personnes. Lorsque les panneaux PV atteindront la fin de leur cycle de vie, ils créeront une grande quantité de déchets électroniques, avec des incidences potentielles sur l'environnement et la santé. D'autres étapes du cycle de vie des technologies solaires, telles la construction et la maintenance, sont également affectées par cette progression, et leurs effets sur la SST doivent être surveillés de près. Les dangers des nouvelles technologies solaires PV (cellules solaires avec des semi-conducteurs organiques, cellules solaires sensibilisées au colorant, cellules de carbure de silicium microcristallin en couches fines, et cellules composées de nanomatériaux) sont difficiles à évaluer puisque ces techniques en sont encore au stade des essais en laboratoire [5].

2.1 Les risques de la fabrication d'installations solaires pour la SST

Lors de la fabrication des cellules PV, divers produits chimiques et matériaux peuvent avoir des conséquences négatives sur la santé des travailleurs. Les dangers chimiques sont liés à la toxicité, la corrosivité, l'inflammabilité et l'explosibilité des matériaux. Les quantités et les types de produits chimiques utilisés varient en fonction du type de cellule produite, mais les matériaux semi-conducteurs sont utilisés en petites quantités, notamment dans la production de couches ultraminces [7]. Par

ailleurs, les raccords soudés entre les panneaux peuvent contenir des métaux lourds tels que le plomb.

Les produits particulièrement dangereux intervenant dans la fabrication de cellules de x-Si sont les substances chimiques caustiques telles que l'acide fluorhydrique (HF) utilisé pour nettoyer les plaquettes de silicium, et le silane (SiH_4), un gaz extrêmement inflammable et explosif. À l'heure actuelle, l'essentiel du silicium employé comme matériau de base pour les cellules de x-Si est fabriqué dans des pays tels que la Chine, où les normes SST sont variables. La fabrication de cellules de a-Si nécessite également l'utilisation de grandes quantités de SiH_4 . Le principal danger associé aux cellules de CdTe est la toxicité et la carcinogénicité du cadmium. Le CdTe semble moins toxique que le cadmium élémentaire, tout au moins en ce qui concerne l'exposition intensive [8]. L'utilisation d'acide sélénydrique (H_2Se) est principalement problématique en association avec les cellules de CIS/CIGS; peu d'informations sont disponibles sur la toxicité du CIS [9]. Les produits chimiques susmentionnés sont fréquemment manipulés dans le secteur des semi-conducteurs, et des mesures de sécurité sont généralement en place. Des procédés de travail sûrs et l'utilisation de systèmes de fabrication fermés ou de systèmes de ventilation et de hottes de laboratoire minimisent les risques d'exposition.

Les questions de manutention manuelle doivent être prises en compte durant les processus de fabrication, notamment lorsque le nombre de produits nécessitant une manutention manuelle augmente [10]. Les mesures de prévention pourraient inclure l'emploi de solutions ergonomiques adaptées, telles que des dispositifs de levage ou l'utilisation de l'automatisation et de la robotique. Les tâches d'assemblage impliquant des mouvements répétitifs des bras et des mains sont des facteurs de risques communs en ce qui concerne le développement de troubles musculo-squelettiques.

Le transport des petites installations d'énergie solaire (ou de certaines pièces) de l'usine au site du client ne constitue pas une étape critique, mais doit se conformer aux réglementations de SST qui s'appliquent habituellement au transport des marchandises.

2.2 Les risques de l'installation, de la maintenance et du déclassement pour la SST

Les principaux dangers sont associés au travail en hauteur: problèmes d'accès; chute d'objets; glissades, faux pas ou chutes (provoqués par exemple par des tuiles vernissées glissantes ou des tuiles avec des dépôts d'algues ou de mousse sur la surface des toits); forte inclinaison du toit; fragilité du toit; couverture friable ou endommagée. Les travailleurs risquent de se blesser en glissant, trébuchant ou tombant, mais ces dangers peuvent également entraîner des troubles musculo-squelettiques. À titre d'exemple, les panneaux solaires, notamment les panneaux assurant la production d'eau chaude, peuvent être lourds et difficiles à soulever jusqu'au toit. De plus, les travailleurs sont souvent amenés à travailler dans des positions inconfortables (à genoux ou accroupis par exemple) durant de longues périodes. Les activités d'installation ou de désinstallation et de maintenance les exposent donc à des risques ergonomiques, qui provoqueront parfois des troubles musculo-squelettiques, telles les blessures du dos.

Des conditions atmosphériques difficiles, telles les températures extrêmes, créent des risques supplémentaires (à titre d'exemple, le stress thermique, lié à la chaleur ou au froid). L'exposition aux rayons solaires peut entraîner des coups de soleil, des troubles de la vision et certains types de cancers. La pluie ou la neige peuvent rendre les surfaces glissantes et provoquer glissades et chutes.

Les installations héliothermiques ne présentent pas de danger électrique, mais peuvent provoquer des brûlures (en raison de l'utilisation de fluides chauds), tandis que les systèmes PV peuvent présenter des risques électriques. En premier lieu, il est dangereux de travailler près des lignes électriques aériennes, qui suivent la position des toits. En second lieu, les systèmes PV présentent des risques électriques si le système électrique ou l'enveloppe protectrice des pièces sont endommagés. La tension habituelle, de l'ordre de 600 volts, peut provoquer des décharges électriques (électrocution), des brûlures électriques et thermiques, ou des ophtalmies électriques [11]. De plus, même de faibles intensités de courant peuvent provoquer une réaction musculaire involontaire, qui peut entraîner la chute d'un toit. Une autre difficulté est liée au fait que les systèmes PV sont toujours sous tension en raison du rayonnement solaire et ne peuvent être éteints lors des opérations de maintenance ou

autres travaux. Il est également possible que les mutations technologiques suscitent de nouveaux risques électriques. À titre d'exemple, les cellules photovoltaïques peuvent être intégrées aux tuiles, ce qui peut inciter les couvreurs à les installer sans avoir suivi de formation électrique.

Les exigences requises pour l'installation ou la désinstallation et l'entretien de systèmes solaires à usage domestique ou commercial sont complexes, et nécessitent divers types de connaissances. En conséquence, toute opération de sous-traitance doit faire appel à des travailleurs dotés de compétences variées dans différents secteurs. Le manque de travailleurs qualifiés et la volonté d'obtenir des subventions favorisent l'emploi fréquent d'ouvriers non qualifiés, de migrants qui maîtrisent mal la langue du pays d'accueil et de travailleurs clandestins. Les conditions de travail précaires, dues aux contraintes temporelles et financières, peuvent provoquer des niveaux de stress élevés. C'est pourquoi il est essentiel d'encourager la communication tout au long de la chaîne de sous-traitance et de renforcer le respect des normes de SST par tous les sous-traitants.

Avec la réduction de la complexité des installations, il est possible que les occupants privés procèdent plus souvent à des installations non réglementées (en achetant par exemple des kits à installer soi-même dans la quincaillerie locale). Un contrôle du processus d'installation par des professionnels de la SST peut donc être nécessaire pour garantir la sécurité des installations et celle des occupants, des travailleurs chargés de la maintenance et des secouristes [12].

2.3 Les risques de l'intégration dans l'infrastructure et du fonctionnement pour la SST

Le raccordement des systèmes solaires domestiques (ou autres systèmes de taille réduite) au réseau électrique et le fonctionnement du système comportent des dangers électriques et des risques d'incendie similaires aux risques posés par l'installation et la maintenance. Le fonctionnement normal des modules PV n'entraîne pas de risque lié à des substances, gaz ou produits chimiques dangereux, car aucune vapeur ou poussière ne peut être produite.

Ce sont normalement des travailleurs qualifiés qui raccordent les panneaux solaires au secteur. Il est toutefois possible que des propriétaires, locataires, gérants de sociétés ou gardiens d'immeubles tentent d'effectuer cette tâche eux-mêmes sans posséder les compétences requises, et se mettent ainsi en danger. Il est également envisageable qu'ils essaient d'accomplir d'autres tâches (nettoyer, vérifier les surfaces et le montage, inspecter la commande électrique et l'inverseur, etc.) pour lesquelles ils ne sont pas suffisamment formés. N'ayant pas conscience des risques ni l'expérience requise, ils peuvent aussi engager des ouvriers non qualifiés pour effectuer les travaux de raccordement ou les autres tâches, les mettant ainsi en danger.

2.4 Les risques de la gestion des déchets et du recyclage pour la SST

Les modules sont censés fonctionner une trentaine d'années; au-delà de cette période, ils devront être déclassés et détruits ou réutilisés, comme les autres produits électroniques. D'un point de vue environnemental, il est préférable de recycler les systèmes PV à la fin de leur vie, car 95 % des matériaux semi-conducteurs et 90 % du verre peuvent être recyclés [13]. Le fait de séparer les métaux dangereux des cadres en verre ou en métal permet une réduction des déchets dangereux de trois ordres de grandeur [14].

L'intérêt probable suscité par le recyclage est une source d'inquiétude potentielle en matière de SST pour les entreprises de recyclage et leurs employés durant la collecte des déchets et le traitement des produits recyclables. Comme au stade de la fabrication, les travailleurs peuvent être exposés aux matériaux semi-conducteurs ou aux métaux lourds des panneaux solaires qu'ils démontent. De même, ils sont confrontés aux dangers ergonomiques et au risque de souffrir de troubles musculo-squelettiques lorsqu'ils manipulent des modules lourds ou répètent les mêmes gestes. Étant donné que les produits recyclables sont de plus en plus collectés suivant un processus unique, avec de nouvelles voies de triage beaucoup plus mécanisées, le tri manuel devient plus rare. Cette automatisation réduit l'exposition aux dangers évoqués.

La gestion des déchets des systèmes PV présente des risques similaires à ceux de la gestion d'autres types de déchets électroniques. Tous ces risques sont gérables si l'on adopte des mesures de prévention appropriées. Les risques augmentent très certainement lorsque des déchets électroniques sont envoyés (illégalement) dans d'autres pays où les conditions de SST ne sont pas toujours satisfaisantes et où les travailleurs ne sont pas suffisamment protégés lorsqu'ils manipulent des déchets dangereux.

2.5 Les risques en matière de SST pour les services d'urgence

Si un système PV prend feu, les services d'urgence sont confrontés non seulement aux risques électriques, mais aussi, par exemple, aux dangers respiratoires provoqués par des substances dangereuses, aux risques d'affaissement, au risque de glisser, trébucher ou tomber d'une hauteur élevée, et à la chute de matériel. Les installations d'énergie héliothermique présentent les mêmes dangers, à l'exception des risques électriques. La possibilité d'émissions significatives de matériaux photovoltaïques est négligeable puisque la température des flammes dans un incendie sur un toit est considérablement inférieure à la température d'évaporation des matériaux PV [9]. Comme pour tout incendie de bâtiment, il est essentiel d'évaluer au mieux la situation. Il faut immédiatement indiquer aux pompiers que le bâtiment est équipé d'un système d'énergie solaire et leur préciser de quel type de système il s'agit. Ces informations permettront de décider des étapes suivantes, conformément aux directives relatives à la lutte contre les incendies [15]. Un autre élément doit être pris en compte: les pompiers luttent souvent contre les incendies de bâtiments en démolissant et traversant le toit. Si des panneaux PV entravent l'accès, cela peut compliquer les opérations.

3 Prévention

Les risques associés aux systèmes d'énergie solaire domestiques sont en fait relativement classiques. Toutefois, ces risques sont variés et peuvent être combinés. Il est également possible qu'ils concernent de nouveaux produits et substances, surviennent dans des situations inédites et impliquent d'éventuels nouveaux venus non qualifiés dans ce secteur. Une évaluation approfondie et personnalisée des risques sur le lieu de travail doit être réalisée, et constituera un point clé de la prévention. Comme l'énonce la directive-cadre de l'UE¹, il est nécessaire de recenser les dangers et d'analyser et de hiérarchiser les risques. En conséquence, la hiérarchie des mesures de contrôle doit être respectée: éliminer le danger (ou, éventuellement, le remplacer), puis réduire au maximum les risques à la source grâce à des contrôles techniques, des mesures de contrôle organisationnel et, en dernier recours, l'utilisation d'un équipement de protection personnel.

Le secteur solaire est une branche très dynamique, qui se développe encore avec la conception de nouveaux systèmes. L'utilisation de technologies, de substances ou d'équipements nouveaux, l'application de pratiques ou procédures de travail inédites, et l'évolution constante de la main-d'œuvre exigent un processus de gestion des risques dynamique et régulièrement réexaminé. Une fois que les risques du lieu de travail ont été contrôlés avec succès, le processus ne doit pas être interrompu. Un système systématique de contrôle et de révision doit être mis en œuvre, car il est toujours possible que de nouveaux dangers surviennent sur les lieux de travail.

Il importe également de renforcer les efforts pour éliminer ou minimiser les risques dès le début de la phase de conception [16]. Une méthode pluridisciplinaire, qui tient compte des aspects de la SST durant tout le cycle de vie des installations solaires à petite échelle, doit être adoptée au stade de la conception [17].

Puisque les travailleurs de nombreux secteurs peuvent être exposés aux risques des installations solaires à petite échelle, de même que des personnes ne travaillant pas dans ce secteur, il est nécessaire de créer un vaste environnement favorable à la sécurité et à la santé, qui intègre divers acteurs tels que les représentants des travailleurs, les chefs d'entreprise, les entrepreneurs et les

¹ Directive 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 (89/391/CEE). Disponible à l'adresse suivante: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:01989L0391-20081211:FR:NOT>.

sous-traitants, les brigades des sapeurs-pompiers et les municipalités. Les mesures suivantes sont particulièrement importantes: formation régulière de toutes les personnes impliquées, surveillance permanente des (éventuels nouveaux) dangers, réduction de l'utilisation de matériaux toxiques au stade de la fabrication, essais adéquats sur les nouveaux matériaux et processus (par mesure de précaution), et conception de produits garantissant la sûreté des opérations tout au long du cycle de vie (y compris un recyclage sûr du système).

Une liste de contrôle complète la présente publication. Elle est 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>. Cette liste facilitera l'introduction du processus d'identification des dangers et pourra donc soutenir le lancement de l'évaluation des risques sur le lieu de travail. Elle fournit également des exemples de mesures préventives, afin de contribuer à la définition et à l'application de telles mesures.

Informations supplémentaires

CE – Commission européenne. <http://setis.ec.europa.eu/technologies/Solar-photovoltaic>,
<http://setis.ec.europa.eu/technologies/Solar-heating-and-cooling>

EPIA – European Photovoltaic Industry Association. <http://www.epia.org/about-epia/who-is-epia.html>

ESTIF – European Solar Thermal Industry Federation:
http://www.estif.org/statistics/st_markets_in_europe_2010/

IFA – Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung. [http://gestis-en.itrust.de/nxt/gateway.dll?f=templates\\$fn=default.htm\\$vid=gestiseng:sdbeng](http://gestis-en.itrust.de/nxt/gateway.dll?f=templates$fn=default.htm$vid=gestiseng:sdbeng)

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

NIOSH – National Institute for Occupational Safety and Health:
<http://www.cdc.gov/niosh/topics/PtD/greenjobs.html>,
<http://blogs.cdc.gov/niosh-science-blog/2010/01/green-2/>

OIT – Organisation internationale du travail. <http://www.ilo.org/global/topics/green-jobs/lang-en/index.htm>, http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_175600.pdf,
http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_emp/@emp_ent/documents/publication/wcms_152065.pdf

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

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

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

OSHA – US Occupational Safety & Health Administration. <http://www.osha.gov/dep/greenjobs/solar.html>

PNUD – Programme des Nations unies pour l'environnement:
http://www.unep.org/labour_environment/pdfs/green-jobs-background-paper-18-01-08.pdf

PV Cycle – European Association for voluntary take-back and recovering of photovoltaic modules
A.I.S.B.L. <http://www.pvcycle.org/>

Références

- [1] Observ'ER, 'The State of Renewable Energies in Europe 11th – EurObserv'ER Report', Paris, December 2011. Disponible à l'adresse suivante:
http://www.euroserver.org/pdf/barobilan11.pdf?bcsi_scan_53dc4632274cd1ca=0&bcsi_scan_filename=barobilan11.pdf
- [2] Beurskens, L. W. M., Hekkenberg, M. & Vethman P., 'Renewable Energy Projections as Published in the National Renewable Energy Action Plans of the European Member States', ECN-E-10-069, 2011. Disponible à l'adresse suivante:
<http://www.ecn.nl/docs/library/report/2010/e10069.pdf>
- [3] EU-OSHA (Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail), 'Foresight of New and Emerging Risks to Occupational Safety and Health Associated with New Technologies in Green Jobs by 2020, Phase I – Key drivers of change', 2011. Disponible à l'adresse suivante:
<http://osha.europa.eu/en/publications/reports/foresight-green-jobs-drivers-change-TERO11001ENN>
- [4] Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention (CDC), National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), 'Summary of the Making Green Jobs Safe Workshop', Washington, DC, December 14–16, 2009. Disponible à l'adresse suivante: <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2011-201/pdfs/2011-201.pdf>
- [5] Silicon Valley Toxics Coalition, 'Toward a Just and Sustainable Solar Energy Industry', White Paper, 2009. Disponible à l'adresse suivante: http://svtc.org/wp-content/uploads/Silicon_Valley_Toxics_Coalition_-_Toward_a_Just_and_Sust.pdf
- [6] Next Big Future, 'Deaths per TWH by Energy Source', 2011. Retrieved 10 September, from: <http://nextbigfuture.com/2011/03/deaths-per-twh-by-energy-source.html>
- [7] EPRI (Electric Power Research Institute), 'Potential Health and Environmental Aspects Associated with the Manufacture and Use of Photovoltaic Cells', Final Report, Palo Alto, 2003. Disponible à l'adresse suivante: <http://www.energy.ca.gov/reports/500-04-053.PDF>
- [8] Zayed, J. & Philippe, S., 'Acute Oral and Inhalation Toxicities in Rats with Cadmium Telluride', International Journal of Toxicology, Vol. 28, No 4, 2009, pp. 259–265.
- [9] Fthenakis, V. M., 'Overview of Potential Hazards', in Markvart T. & Castaner, L. (Eds.), Practical Handbook of Photovoltaics: Fundamentals and Applications, Elsevier, 2003, pp. 854–868. Disponible à l'adresse suivante: http://www.bnl.gov/pv/files/pdf/art_170.pdf
- [10] Wang, M-J. J., Chung, H-C. & Wu, H-C., 'Evaluating the 300mm Wafer-Handling Task in Semiconductor Industry', International Journal of Industrial Ergonomics, Vol. 34, No 6, 2004, pp. 459–466. Disponible à l'adresse suivante:
<http://ir.lib.cyut.edu.tw:8080/bitstream/310901800/7335/1/A7.pdf>
- [11] Chen, H., Green and Healthy Jobs, Labour Occupational Health Program, University of California at Berkeley, 2010. Disponible à l'adresse suivante: <http://www.cpwr.com/pdfs/Green-Healthy%20Jobs%20final%20for%20posting.pdf>
- [12] Grant, C. C., 'Fire Fighter Safety and Emergency Response for Solar Power Systems', Final Report, a DHS/Assistance to Firefighter Grants (AFG) Funded Study, 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
- [13] Krueger, L., 'An Overview of First Solar's Module Collection and Recycling Program', Presented at Photovoltaics Recycling Scoping Workshop, 34th PV Specialists Conference, June 11, 2009, Philadelphia, USA, and at 1st International Conference on Module Recycling, January 2010, Berlin, Germany. Disponible à l'adresse suivante:
http://www.bnl.gov/pv/files/PRS_Agenda/2_Krueger_IEEE-Presentation-Final.pdf

- [14] Fthenakis, V. M., 'End-of-Life Management and Recycling of PV Modules', Energy Policy, Vol. 28, 2000, pp. 1051–1058. Disponible à l'adresse suivante:
http://clca.columbia.edu/papers/End_Life_Management_Recycling_Energy_Policy.pdf
- [15] CAL Fire (Office of the State Fire Marshal), 'Fire Operations for Photovoltaic Emergencies', 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
- [16] Schulte, P. A., Rinehart, R., Okun, A., Geraci, C. L. &Heidel, D. S., 'National Prevention through Design (PtD) Initiative', Journal of Safety Research, Vol. 39, No 2, 2008, pp. 115–121.
- [17] Ertas, A., 'Prevention through Design: Transdisciplinary Process', Lubbock, Texas, 2010. Disponible à l'adresse suivante:
http://basarab.nicolescu.perso.sfr.fr/ciret/ARTICLES/Ertas_fichiers/ptd.pdf