



## LE PHOTOVOLTAÏQUE GESTION DES RISQUES

La gestion des risques dans une installation photovoltaïque se situe à 2 niveaux : durant le chantier, elle porte plus sur l'installateur ; une fois l'installation terminée les risques sont plutôt liés à l'installation : en cas de surtension, en cas d'incendie et en cas de vol. Ces 4 aspects sont développés dans ce module.

### 1. SECURITE DURANT LE CHANTIER

#### CONSIGNES LIEES AU TRAVAIL EN HAUTEUR

Tous travaux en toiture doit se conformer aux règles de sécurité décrites dans le Règlement Général pour la Protection du Travail (RGTP).

Le 15 septembre 2005 est paru au Moniteur le très attendu arrêté royal du 31 août 2005 relatif à l'utilisation des équipements de travail pour des travaux temporaires en hauteur. Cette réglementation transpose en droit belge la directive 2001/45/CE du 27 juin 2001 et modernise plusieurs articles du RGPT. Il contient des dispositions générales et des dispositions particulières pour l'utilisation des échelles, des échafaudages et des techniques d'accès et de positionnement au moyen de cordes.

Ces règles sont consultables à l'adresse web suivante :  
<http://www.emploi.belgique.be/defaultTab.aspx?id=625>

Les points suivants y sont détaillés

- Analyse des risques et mesures de prévention
- L'utilisation des échelles, escabeaux et marchepieds
- L'utilisation des échafaudages
- L'utilisation des techniques d'accès et de positionnement au moyen de cordes.

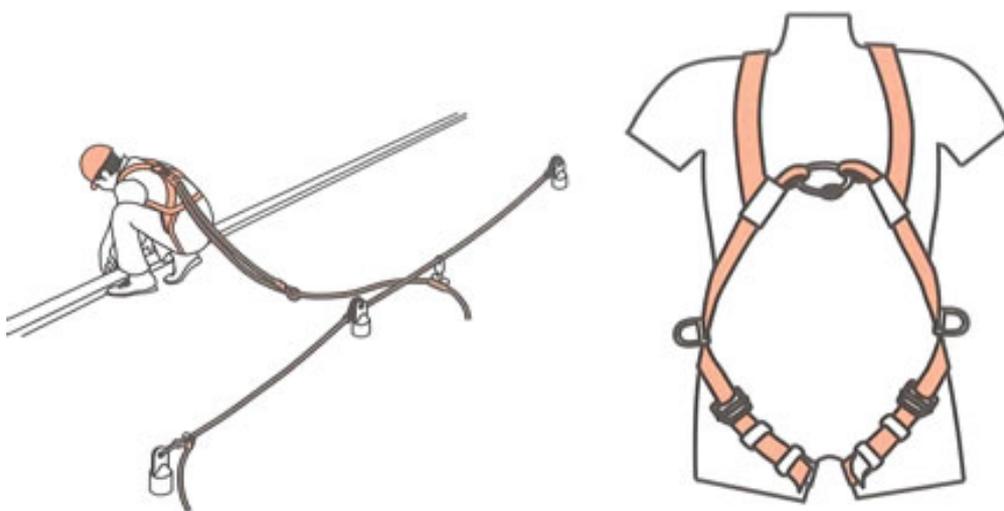


Figure 1 : L'utilisation d'une ligne de vie et d'un harnais de sécurité avec accrochage dorsal est obligatoire pour le travail en hauteur

## CONSIGNES LIEES AU TRAVAIL AVEC DU COURANT CONTINU<sup>1</sup>

### Risques encourus

Les installations photovoltaïques ne peuvent être coupées en présence de lumière. Le fait qu'aucun des dispositifs de sécurité habituels ne fonctionne représente le risque le plus important : l'intensité du courant de court-circuit du générateur photovoltaïque est à peine inférieure au courant nominal correspondant (à la différence d'une batterie de voiture par exemple). Les disjoncteurs différentiels, coupe-circuits automatiques et coupe-circuits à fusibles ne fonctionnent pas.

Un électricien expérimenté en courant alternatif et courant continu d'origine non solaire est susceptible de supposer que l'installation est équipée d'un dispositif de coupure en cas de défaut. Mais ce n'est pas le cas ! De même, un court-circuit ne provoque ni défaut, ni la coupure de l'installation !

Les installations photovoltaïques produisent du courant continu avec des tensions élevées (jusque 600 V). Des arcs électriques persistants peuvent se produire si vous séparez les contacts sous tension (borne de connexion, prise ou sonde d'un ampèremètre) comme montré sur la photo ci-dessous.

Le choc électrique peut être mortel à partir de 120 V de courant continu. Selon le type de module et le branchement en série ou parallèle, le choix peut donc être mortel dès le branchement de 2 modules.

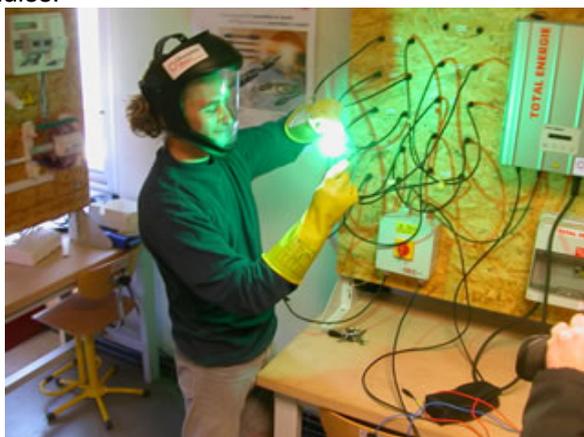


Figure 2 : simulation d'un arc électrique

Les risques encourus sont donc : brûlures, foudroiement et choc électriques lors du retrait des arcs électriques à la séparation de contacts sous tension. Le fait de subir un choc électrique (« dommage primaire ») sur une toiture peut être dangereux car il peut entraîner la chute du toit (« dommage secondaire »).

### Mesures importantes en matière de sécurité passive :

- Des dispositifs de protection contre les courts-circuits et des courants de fuite avec mise à la terre doivent être installés pour l'ensemble de l'installation coté courant continu.
- Utiliser uniquement des câbles monoconducteurs à double isolation.
- Veillez à ce que tous les éléments du système bénéficient d'un classement de protection 2.
- Séparez les côtés positifs et négatifs dans le boîtier de raccordement

### Autres mesures de prévention lors d'interventions sur le circuit

- Placer l'interrupteur du courant continu de l'installation sur la position hors tension
- Mettez les éléments réglables hors tension (en cas de travaux sur l'onduleur)
- Prenez les mesures nécessaires pour éviter le redémarrage (disjoncteur CA OFF)
- Veillez à la protection contre la mise en contact avec tous les éléments conducteurs ! Evitez l'ouverture sans surveillance des contacts conducteurs.

<sup>1</sup> Basé sur l'ouvrage « Le photovoltaïque pour tous, conception et réalisation d'installations », Antony Falk, Dürschner Christian et Remmers Karl-Heinz, Observ'ER 2006

- Pour l'ensemble des travaux, veillez à l'efficacité des mesures de sécurité passive. Prenez des mesures de protection contre les contacts accidentels, remplacez ou réparez l'isolation si elle est endommagée ou si les câbles sont coincés.

## COORDINATEUR DE SECURITE

Les principes généraux de prévention doivent être appliqués. Il est obligatoire de désigner un coordinateur-projet et un coordinateur-réalisation.

Pour les ouvrages dont la surface totale est inférieure à 500 m<sup>2</sup>, un régime plus souple est néanmoins prévu. Il permet aux entrepreneurs de pouvoir exercer eux-mêmes la fonction de coordinateur-réalisation.

Lorsque deux entrepreneurs au moins (qu'il s'agisse d'entrepreneurs occupant des salariés ou d'entrepreneurs indépendants) exécutent les travaux, il faut désigner des coordinateurs. Si l'ensemble des travaux est exécuté par un seul entrepreneur, il n'y a alors pas d'obligation de désigner des coordinateurs.

Plus d'informations : <http://www.emploi.belgique.be/WorkArea/showcontent.aspx?id=3826>

## 2. LES RISQUES DE Foudre ET DE SURTENSION

Les installations PV peuvent être endommagées par la foudre les touchant directement mais également par la foudre tombant à proximité. Les tensions et les courants qui apparaissent alors engendrent des champs électriques et magnétiques qui peuvent endommager ou détruire une installation photovoltaïque au même titre que tout autre appareil raccordé au réseau électrique et non protégé contre les surtensions... Voici une classification des impacts de foudre ainsi que les moyens de s'en prémunir.

### IMPACT DE Foudre :

Une installation PV n'augmente pas le risque d'impact de foudre sur une habitation. Selon l'environnement, il est utile de capturer la foudre grâce à la mise en place de paratonnerres. Dans un milieu urbain, ce n'est pas nécessaire dans la plupart des cas.

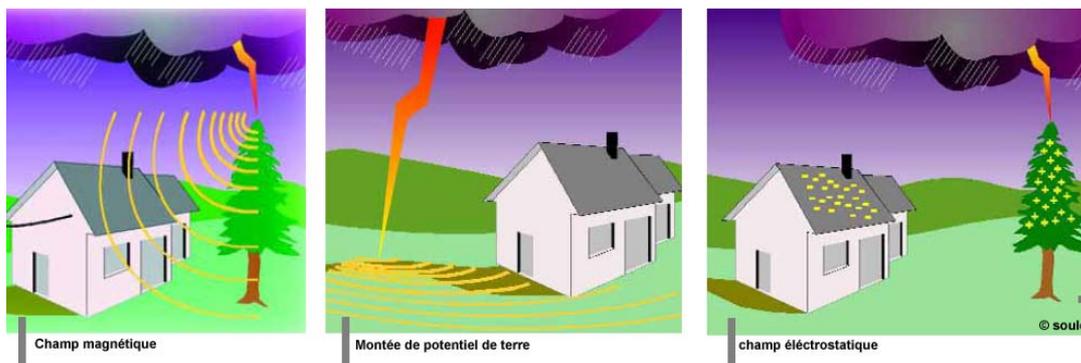
**Les impacts de foudre directs** sont identifiables sous deux formes :

- Lorsque le coup de foudre direct atteint une maison non protégée, les conséquences peuvent être dramatiques (destruction, incendie). Si celle-ci est munie d'un paratonnerre ou si le toit du bâtiment possède une mise à la terre, le courant de foudre va se dissiper dans la terre. L'impédance de celle-ci et le courant qui la traverse vont provoquer d'énormes différences de potentiel : c'est la **surtension**. Cette dernière va se propager dans le bâtiment par les câbles en endommageant le matériel.
- Lorsque le coup de foudre atteint une ligne aérienne basse tension, celle-ci conduit des courants de forte intensité. Ils vont pénétrer dans le bâtiment en créant aussi de fortes surtensions. Les dégâts provoqués par ce type de surtension sont généralement spectaculaires (par exemple incendie dans le tableau électrique, déclenchant des destructions du bâtiment et des équipements industriels) par explosion.



**Les impacts de foudre indirects**, c'est-à-dire lorsque la foudre tombe à proximité d'un bâtiment, on retrouve les surtensions précédemment citées, liées à la montée en potentiel de la prise de terre à l'endroit de l'impact. Les champs électromagnétiques créés par le courant de foudre vont générer des couplages inductifs et des couplages capacitifs, engendrant d'autres surtensions.

Dans un rayon de plusieurs centaines de mètres voire à des kilomètres, le champ électromagnétique causé par la foudre dans les nuages peut, lui aussi, créer de brusques augmentations de tensions. Les dégâts, moins spectaculaires que dans le cas précédent, endommagent également et irrémédiablement les équipements dits sensibles comme les téléviseurs, les alimentations d'ordinateurs ou les systèmes de sécurité et de communication.



## LES AUTRES SOURCES DE SURTENSION

Le point précédent vient de montrer les dangers des surtensions liées à la foudre. Il en va de même pour des surtensions venant de problème sur le réseau. Un court-circuit d'une des phases d'un réseau triphasé à la terre (défaut d'isolement d'un câble HT par exemple) peut produire une surtension temporaire sur les autres phases (phénomène non négligeable en haute tension).

## LES PROTECTIONS CONTRE LES SURTENSIONS

Si l'habitation est dans un environnement qui nécessite une protection contre la foudre, l'idéal est de placer un parafoudre (ou parasurtenseur) adapté sur la partie DC de l'installation photovoltaïque, de même que sur l'ensemble de la partie AC (+ prise de téléphone et TV). Si plusieurs strings sont installés, il est nécessaire de placer un parafoudre par string. A noter, certains onduleurs sont munis de parasurtenseurs sur le côté CA et/ou CC (Se référer à la notice du fabricant).

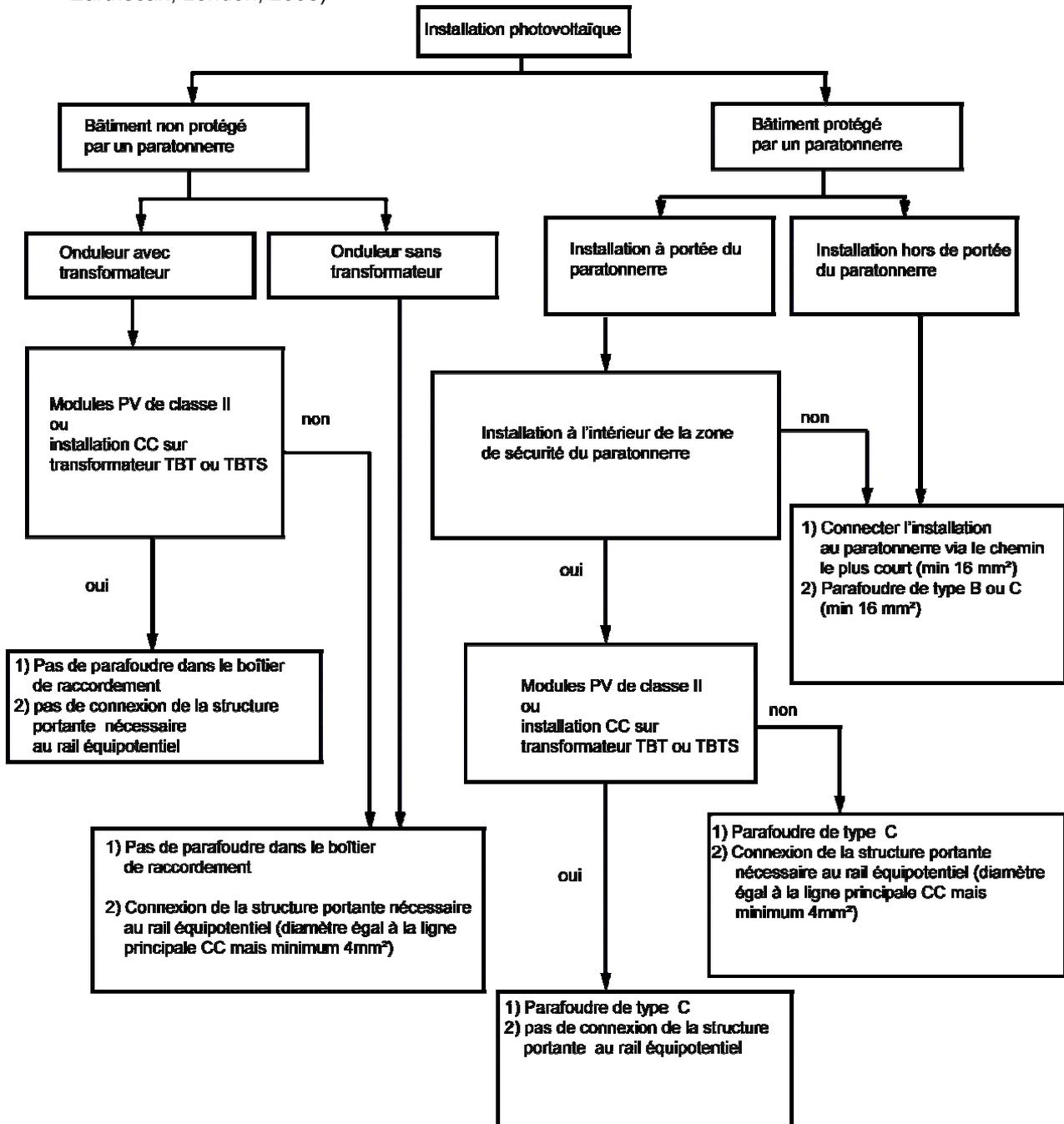


Figure 3 : exemple de parafoudre de Type 1 pour des risques très élevés de surtension

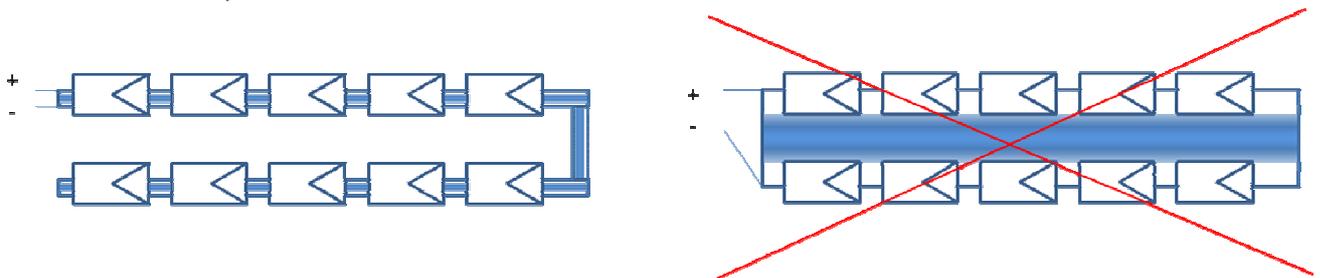


Figure 4 : exemple de parafoudre de type 2 pour des risques moins élevés

Les normes belges en la matière datent de 2006 : *NBN EN 62305* et s'appuient sur les normes internationales IEC 62305-1. Voici un schéma qui reprend les différents cas pour lesquels une protection est nécessaire. (Source : Planning and installing photovoltaic systems, DGS, Earthscan, London, 2008)



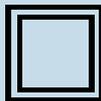
Le câblage devra être mis en œuvre afin de minimiser la superficie entre les + et - pour diminuer les risques de surtension induite dans la boucle.



## MISE À LA TERRE DES INSTALLATIONS PHOTOVOLTAÏQUES

Il est conseillé de mettre à la terre et d'assurer la continuité de cette liaison avec les rails de la structure portante (section minimum de 6mm<sup>2</sup>). Cependant, si l'onduleur est muni d'un transformateur et que les modules sont de classe 2 (double isolation), leurs mise à la terre n'est pas obligatoire.

Les appareils à double isolation sont reconnaissables au sigle suivant :



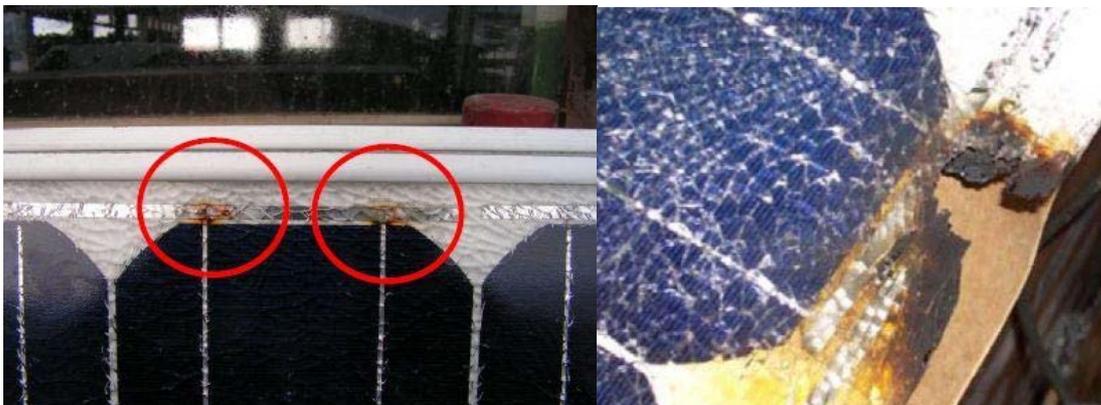
### 3. LES RISQUES D'INCENDIE

Une installation PV, comme toute installation électrique, représente un risque d'incendie. Ces risques peuvent être liés soit aux composantes de l'installation, soit à sa mise en œuvre.

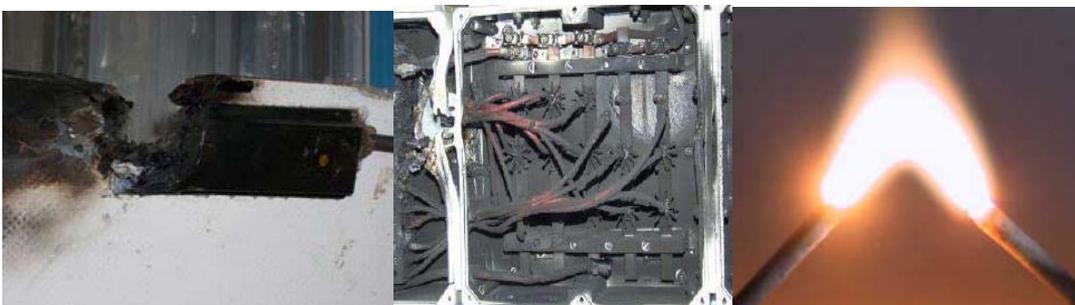
Il est conseillé de prévenir le maître d'ouvrage qu'il doit adapter son assurance habitation. Afin qu'elle couvre d'éventuel dégâts aux modules photovoltaïques.

#### RISQUES LIÉS AU MATÉRIEL

- Coupure ou mauvais contact entre cellules ou connecteurs :



- Problème d'isolation provoquant un arc électrique:



## RISQUES LIÉS A LA MAUVAISE MISE EN ŒUVRE

L'onduleur représente avec le câblage, les parties les plus susceptibles de provoquer un incendie. Il y a lieu d'éviter de la placer dans un environnement facilement inflammable. L'illustration ci-dessous est évidemment ce qu'il ne faut pas faire.



Onduleur dans un endroit inflammable



Câble non fixé sur une structure inflammable

## 4. LES RISQUES DE VOL

Les risques liés au vol sont faibles mais il est toujours conseillé de le prévoir dans l'assurance habitation.

Quelques cas ont été recensés en Europe de l'Ouest et concernent surtout des toits ou endroits facilement accessibles.

Il est dès lors conseillé de choisir une implantation difficilement accessible de l'extérieur du bâtiment et d'éventuellement faire appel à une ou plusieurs des solutions suivantes :

- un ancrage antivol : des boulons « indébouillonnables » ou munis d'une bille en acier, brisant automatiquement les fixations ;
- un dispositif brisant les panneaux eux-mêmes, rendant le module inutilisable ;
- un dispositif électronique détectant le retrait d'un panneau et relié à un système d'alarme classique ;
- souder les panneaux aux barres de fixation.

Afin d'assurer une traçabilité, il est pertinent de demander le numéro de série des modules à l'installateur voire de les faire graver sur ces derniers.

## ALLER PLUS LOIN

ADEME, 2006, « Générateur photovoltaïque raccordés au réseau : spécifications techniques relatives à la protection des personnes et des biens ». Guide pratique à l'usage des bureaux d'études et des installateurs, 29p

ADEME, 2001, Guide « Protection contre les effets de la foudre dans les installations faisant appel aux énergies renouvelables », 67p