



AM 107

---

## Aide-mémoire

# Installations photovoltaïques en cas d'intervention des sapeurs pompiers

Version du 07.01.2016  
Remplace la version du 15.07.2011

## Installations photovoltaïques en cas d'intervention de sapeurs-pompiers

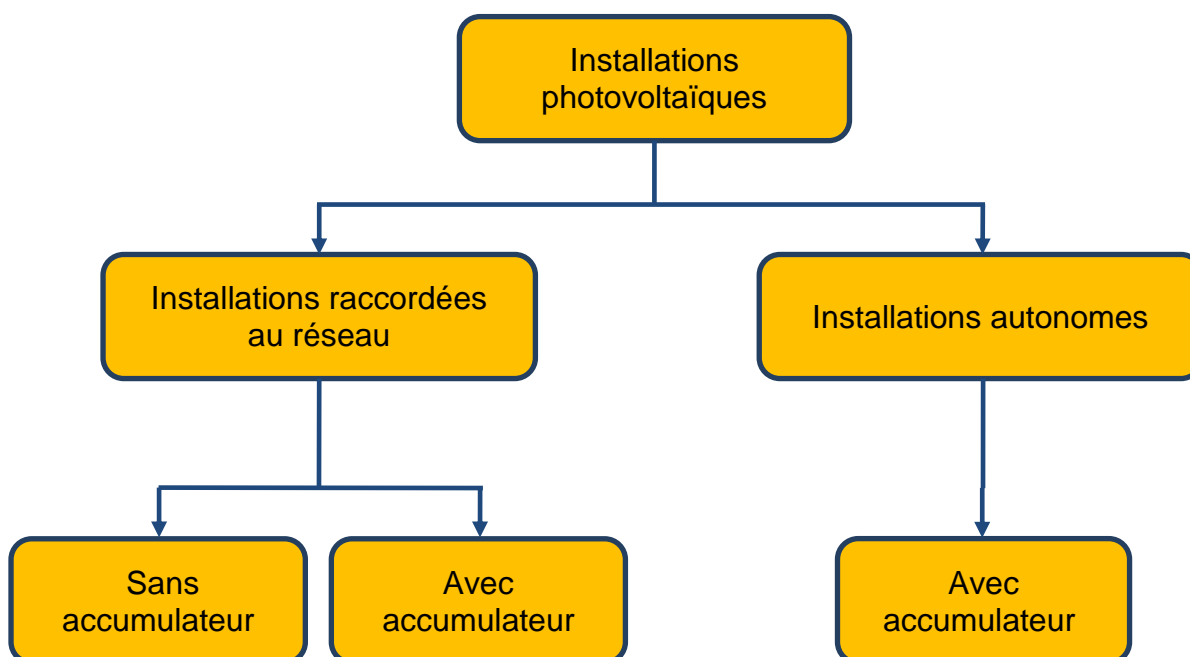
Publié en collaboration avec la Haute école spécialisée bernoise, l'Institut de recherche sur l'énergie et la mobilité (Institute für Energy and Mobility Research) et le Laboratoire de photovoltaïque de Berthoud.

### 1 Introduction

Les installations photovoltaïques (PV) convertissent l'énergie solaire en énergie électrique. Les modules solaires produisent du courant continu (DC = Direct Current) qui est soit stocké dans des batteries, soit converti en courant alternatif (AC = Alternating Current) au moyen d'un onduleur. Le courant peut être directement utilisé dans le bâtiment ou être injecté dans le réseau d'alimentation général. Il existe deux types d'utilisation :

**Les installations PV raccordées au réseau** injectent tout ou partie de l'énergie qu'elles produisent dans le réseau d'alimentation général, au moyen d'onduleurs. Cette technique est la plus répandue en matière d'énergie solaire. Pour augmenter la part de consommation d'énergie individuelle, il faut utiliser plusieurs accumulateurs.

**Les installations PV autonomes** fournissent de l'électricité au consommateur, indépendamment du réseau électrique. Afin d'assurer une alimentation continue en énergie, ces systèmes disposent d'un accumulateur d'énergie (batterie). Ce type d'installation est généralement utilisé pour les chalets de montagne isolés du réseau, pour les émetteurs radioélectriques ou pour les infrastructures de transport mobiles.

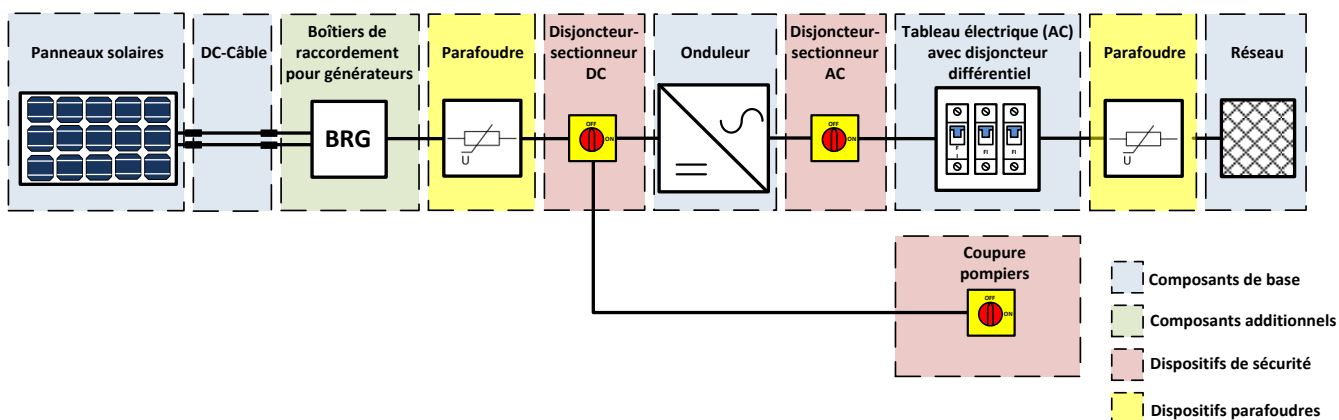


Le présent Aide-mémoire se rapporte uniquement aux installations PV raccordées au réseau. Cependant, les règles relatives aux interventions en cas d'incendie s'appliquent également aux installations PV autonomes.


## 2 Structure et composants des installations PV raccordées au réseau


Les installations PV raccordées au réseau consistent en différents composants de système, ainsi qu'en composants de sécurité, actionnables ou non. Le type de composants dont est équipée une installation PV dépend de la taille de l'installation, du lieu et de la date de mise en service. Une installation PV se compose généralement des éléments suivants :

- Composants de base du système
- Composants additionnels du système
- Composants de protection contre la foudre et de la compensation de potentiel (non actionnables)
- Composants de sécurité (actionnables)



Les composants de base sont des parties intégrantes fixes d'installations photovoltaïques. Les composants additionnels utilisés dépendent du type d'installation. Les composants de protection contre la foudre et de la compensation de potentiel servent à la sécurité du fonctionnement de l'installation PV.

 ■ Les composants de sécurité sont actionnables. Seuls ces composants doivent être actionnés en cas d'intervention des sapeurs-pompiers.

 ■ Les installations photovoltaïques raccordées au réseau sont des installations électriques à basse tension alimentées par du courant continu

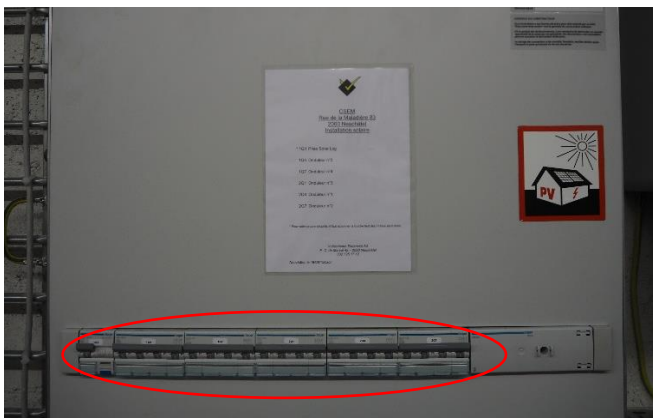
supérieur à 2 A et allant généralement jusqu'à 400 V de courant alternatif et 1000 V de courant continu.

- En cas d'intervention de sapeurs-pompiers, n'actionner que les dispositifs de sécurité actionnables. Toute autre manipulation ou modification peut porter atteinte à la sécurité du personnel d'intervention.

### 3 Composants de sécurité actionnables

#### *Disjoncteur différentiel*

Les installations PV sont généralement équipées d'un disjoncteur différentiel, situé sur le tableau électrique 230 V/400 V (AC). Ce dispositif doit être facilement identifiable. Le disjoncteur différentiel permet de déconnecter l'installation PV du réseau d'alimentation général. Cela se produit automatiquement en cas de courant de fuite à la terre ou d'intervention manuelle sur le disjoncteur.



#### *Interrupteur-sectionneur AC*

On trouve des interrupteurs-sectionneurs supplémentaires sur les installations PV récentes. Ils sont généralement placés à proximité des onduleurs.



### ***Interrupteurs-sectionneurs DC***

Les onduleurs de la nouvelle génération disposent d'interrupteurs-sectionneurs bien visibles et facilement actionnables. Les appareils plus anciens ne sont que partiellement équipés de ces dispositifs de sécurité. Les interrupteurs sectionneurs DC permettent d'interrompre la liaison électrique entre modules solaires et onduleur, en toute sécurité.



### ***Coupure pompiers pour installation PV***

Les coupures pompiers ne sont pas obligatoires sur les installations PV, mais s'intègrent néanmoins aux dispositifs de sécurité de tous les types d'installations PV, peu importe leur lieu d'implantation. Les interrupteurs-sectionneurs DC, situés dans le boîtier de raccordement du générateur (BRG) à proximité des modules solaires, s'enclenchent dès que la coupure pompiers est actionnée. La liaison électrique entre modules solaires et onduleurs est ainsi rompue.



#### 4 Évolution de la structure d'une installation PV au cours des 30 dernières années

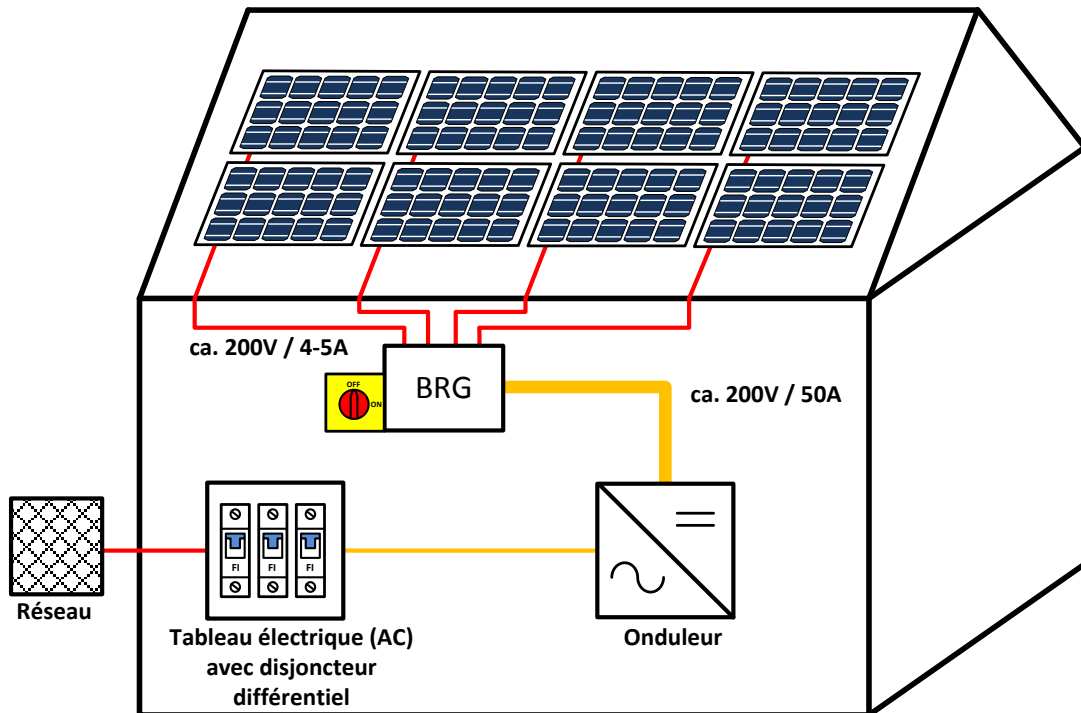
La structure des installations PV n'a cessé d'évoluer au fil des années. L'intensité des courants et des tensions électriques pris en charge a évolué. Des composants de sécurité ont été intégrés et standardisés. Ils sont désormais obligatoires sur toutes les installations PV.

Le résumé suivant fait état des évolutions les plus importantes selon les dates de mise en service des installations.

##### **Mise en service avant 1995 :**

- La tension maximale du système DC s'élève à 200 V. Elle est générée au niveau de la petite plage de tension d'entrée de l'onduleur de chaîne (montage en série de 6 modules solaires).
- Les modules solaires montés en série sont connectés parallèlement dans le boîtier de raccordement du générateur (BRG).
- Un circuit DC relie le BRG à l'onduleur. Ce circuit DC peut supporter un courant de 50 A maximum. En fonction du BRG installé, il est possible d'ouvrir le circuit qui relie le BRG à l'onduleur.

- La plupart des onduleurs de cette génération ne disposent pas d'interrupteurs-sectionneurs DC propres. S'il n'y a pas d'interrupteur-sectionneur supplémentaire dans le BRG, l'installation PV ne peut être coupée que par actionnement du disjoncteur différentiel situé sur le tableau électrique (AC).



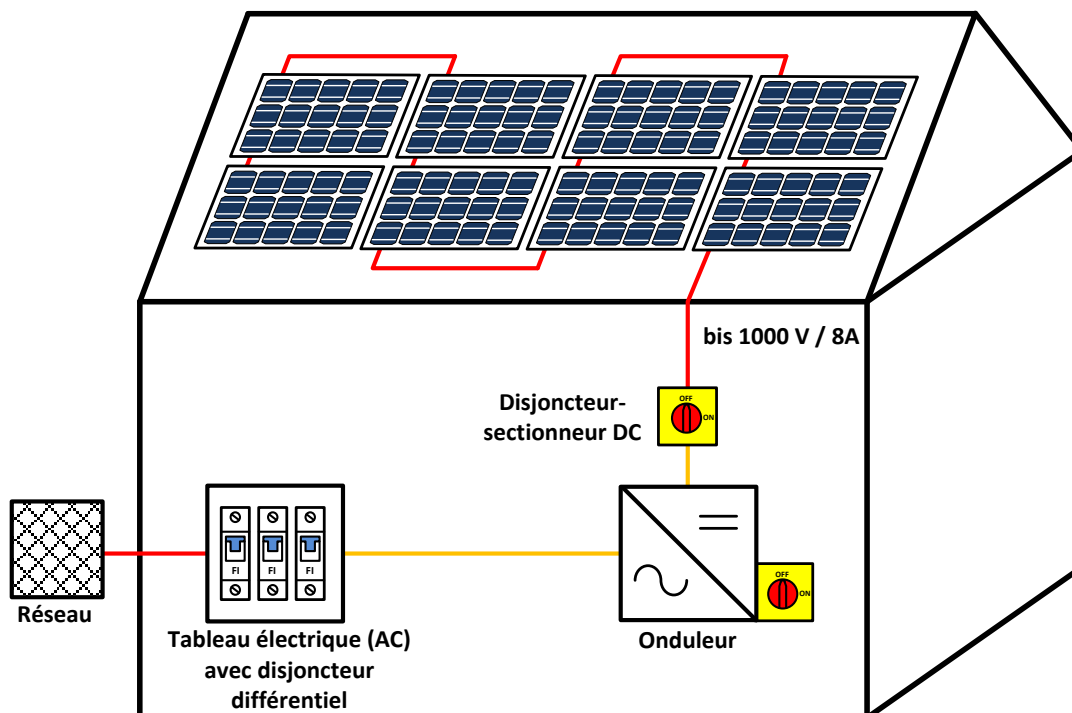
- Circuit sous tension électrique permanente
- Circuit hors tension lorsque le disjoncteur différentiel ou l'interrupteur-sectionneur DC est actionné

### **Mise en service entre 1995 et 2005**

- La plage de tension d'entrée de l'onduleur a été sensiblement augmentée. Des tensions de service (DC) allant jusqu'à 1000 V permettent de monter en série jusqu'à 30 modules solaires.
- Le nombre de chaînes de modules solaires par onduleur a été réduit à 1-3. L'intensité du courant peut aller jusqu'à 8 A par chaîne.
- Le BRG a été supprimé, car les chaînes de modules sont directement reliées à l'onduleur.
- La plupart des onduleurs disposent d'interrupteurs-sectionneurs DC intégrés.

### **Mise en service entre 2005 et 2012**

- Les interrupteurs-sectionneurs DC sont obligatoires et doivent être installés sur chaque nouvelle installation PV. Si l'interrupteur-sectionneur DC n'est pas intégré à l'onduleur, un interrupteur-sectionneur DC indépendant doit être installé à proximité de l'onduleur.

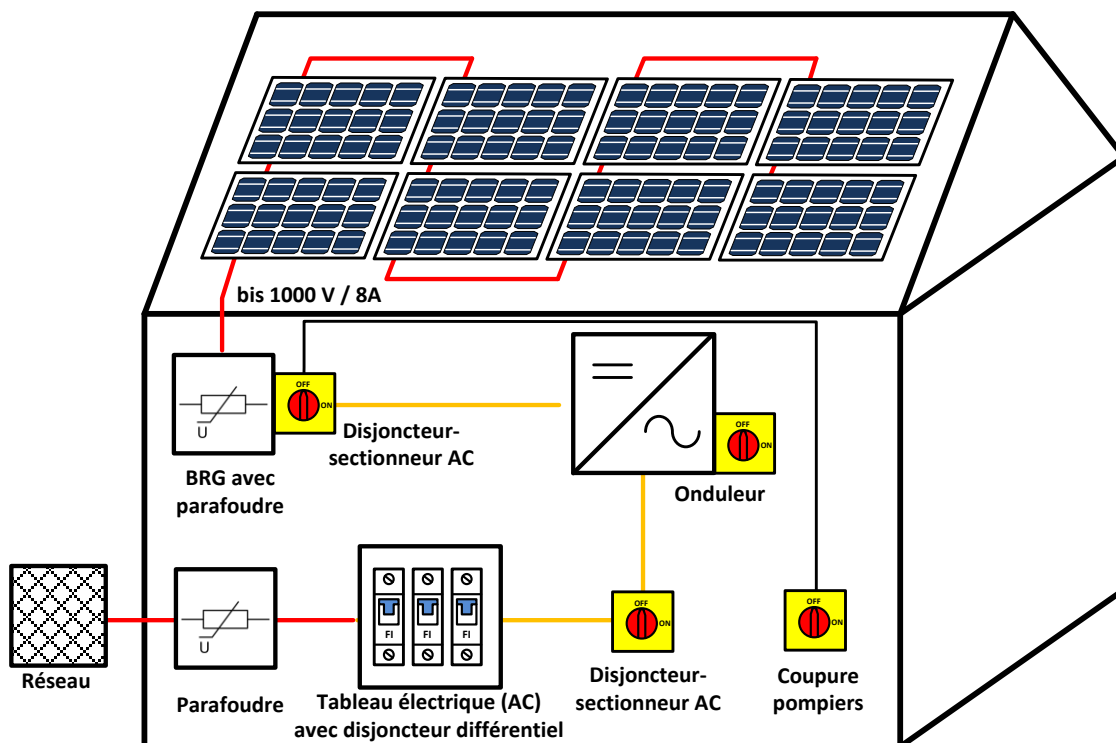


- Circuit sous tension électrique permanente
- Circuit hors tension lorsque le disjoncteur différentiel ou l'interrupteur-sectionneur DC est actionné

### **Mise en service après 2012**

- Les installations PV sont équipées de dispositifs de protection contre la surtension sur les circuits DC et AC. Pour garantir le montage conforme de ces dispositifs de protection, on utilise de nouveaux boîtiers de raccordement pour générateurs (BRG). Ces boîtiers se situent généralement au niveau du point d'entrée du câble DC dans le bâtiment (paroi extérieure ou intérieure).
- La plupart du temps, les BRG disposent encore d'un interrupteur-sectionneur DC supplémentaire par chaîne de modules. Ces interrupteurs-sectionneurs DC permettent l'arrêt à distance automatique des chaînes de modules via la coupure pompiers.
- Seuls les onduleurs avec interrupteur-sectionneur DC intégré correspondent aux normes techniques.
- Un interrupteur-sectionneur AC placé à proximité de l'onduleur permet de déconnecter facilement l'onduleur du réseau d'alimentation général.





- Circuit sous tension électrique permanente
- Circuit hors tension lorsque le disjoncteur différentiel ou l'interrupteur-sectionneur DC est actionné

## 5 Fonctionnement d'une installation photovoltaïque

### *Pendant la journée*

Les modules solaires ne produisent de l'énergie qu'au contact de la lumière du jour. Lorsque la lumière du soleil atteint la surface des modules, une tension électrique peut alors être générée au niveau des contacts électriques des modules. Une tension existe, même en cas de faible rayonnement (par exemple, en cas de ciel nuageux, au lever ou au coucher du soleil). À partir du moment où le consommateur est relié aux panneaux solaires, le courant électrique commence à circuler.

### *Installation en service*


Une installation PV raccordée au réseau est opérationnelle dès lors que les interrupteurs-sectionneurs et le disjoncteur différentiel sont enclenchés. Lorsque les modules sont éclairés par la

lumière du soleil, les onduleurs se mettent à fonctionner, même en cas de faible intensité, et les consommateurs reçoivent l'énergie solaire injectée dans le réseau 230 V/400 V (AC) ou dans le réseau d'alimentation générale.

### **Installation hors service**

L'installation PV est hors service dès que la liaison avec les consommateurs ou avec le réseau d'alimentation générale est interrompue. Pour cela, il suffit d'actionner l'interrupteur-sectionneur AC, le disjoncteur différentiel situé sur le tableau électrique (AC) ou l'interrupteur-sectionneur DC. L'onduleur fait état de l'évolution du fonctionnement de l'installation via son écran ou au moyen d'un signal visuel.

Il faut savoir qu'après sa mise hors service, une installation PV n'est PAS hors tension. À partir de ce moment, les circuits DC des modules solaires disposent d'une tension électrique de circuit ouvert qui peut atteindre 1000 V. De plus, les bornes DC des onduleurs restent sous tension électrique pendant au moins 5 minutes, car les appareils sont équipés de condensateurs électriques qui se déchargent lentement.


	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Une installation photovoltaïque qui a été mise hors service continue cependant de produire une tension électrique continue très dangereuse.</li><li>■ Les modules solaires montés en série disposent en permanence de tensions allant jusqu'à 1000 V. Une tension de décharge temporaire se crée au niveau des bornes DC de l'onduleur.</li></ul>
-----------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### **Conditions nocturnes**

Les sources de lumière nocturnes ne produisent pas de tensions électriques dangereuses sur les installations PV.

La lumière émise par la lune produit une tension électrique très faible, interrompue en cas de sollicitation extérieure (contact avec les panneaux solaires, par exemple).

En cas d'intervention de sapeurs-pompiers, la lumière produite par les projecteurs ou par les flammes n'éclaire pas les modules solaires de manière homogène. Par conséquent, la tension électrique produite est très faible. Cependant, l'interrupteur-sectionneur DC doit être enclenché afin d'empêcher le chargement des condensateurs situés dans l'onduleur.

	<ul style="list-style-type: none"><li>■ La nuit, la tension électrique qui résulte de la lumière de la lune ou des</li></ul>
-------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	phares de véhicules ne présente aucun danger. Il est également recommandé d'actionner l'interrupteur-sectionneur DC ou la coupure pompier en cas d'incendie, même si l'installation photovoltaïque n'est pas directement touchée.
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## 6 Règles de comportement à proximité d'une installation photovoltaïque en marche

### **Modules solaires**

Il est interdit de marcher sur le revêtement en verre et sur la structure métallique des modules solaires. Conformément à la norme IEC 61215, ces modules peuvent supporter des charges surfaciques allant jusqu'à  $550 \text{ kg/m}^2$ , mais ne sont pas adaptés à des charges ponctuelles – de personnes, par exemple. Certains produits conçus spécialement pour les installations intégrées au bâtiment constituent des exceptions. Dans ce cas, il convient d'examiner les instructions du fabricant.



En se brisant sous le poids d'une personne, un module solaire peut laisser des composants électriques conducteurs à l'air libre. Il y a alors un danger d'électrocution.

### **Fiche d'alimentation en courant continu (DC)**

Des fiches d'alimentation DC sont installées entre les modules solaires, au niveau des boîtiers de raccordement de générateur et au niveau des onduleurs. Elles peuvent être facilement débloquées et débranchées. Si l'installation PV est en marche et que les câbles DC sont alimentés en courant électrique, débrancher une fiche d'alimentation crée un risque élevé d'arc électrique et d'électrocution.



### **Câble solaire en courant continu (DC)**

Les câbles solaires DC sont spécialement conçus pour transporter du courant continu. Ils sont particulièrement solides et disposent d'une double isolation. Il convient cependant d'éviter d'endommager le câble suite à une action mécanique, car cela peut entraîner un risque de court-circuit, d'arc électrique ou d'électrocution.

	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Les tensions alternatives (AC) supérieures à 50 V et les tensions continues (DC) supérieures à 120 V entraînent un risque pour les personnes. Une intensité électrique égale ou supérieure à 50 mA peut avoir des conséquences mortelles.</li><li>■ Tous dommages à des installations photovoltaïques entraînent donc un risque pour les personnes.</li><li>■ Lorsque des éléments sont endommagés ou si les câbles solaires DC et les fiches d'alimentation sont accidentellement débranchés, cela crée un risque élevé d'arc électrique, de décharge électrique et de court-circuit.</li><li>■ En principe, ne jamais marcher sur des modules solaires.</li></ul>
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## **7 Marquages et avertissements**

Depuis 2012, l'Inspection fédérale des installations à courant fort (ESTI) prescrit le marquage des composants techniques de sécurité sur les installations PV. Les composants conducteurs de courant et de tension électrique, ainsi que les interrupteurs-sectionneurs et les disjoncteurs différentiels, doivent être rapidement identifiables.

La mention « Attention récupération d'énergie solaire » (*Achtung Rückspeisung Solaranlage*) se trouve sur le tableau électrique 230 V/400 V (AC) ou à proximité de l'onduleur.



**⚡ ACHTUNG RÜCKSPEISUNG SOLARANLAGE!**  
Fremdspannung EEA! Trennstelle Netz-EEA!  
Bei Störungen oder Feuer bitte hier abschalten!

**Betriebsspannung DC**  
Umpp  V      max. Uo  V

**Betriebsstrom DC**  
Impp  A      max. Ik  A

Wechselrichter  mit/  ohne galvanischer Trennung

DC Leistung der Anlage      Pmpp  kWp

www.swissolar.ch 0848 00 01 04



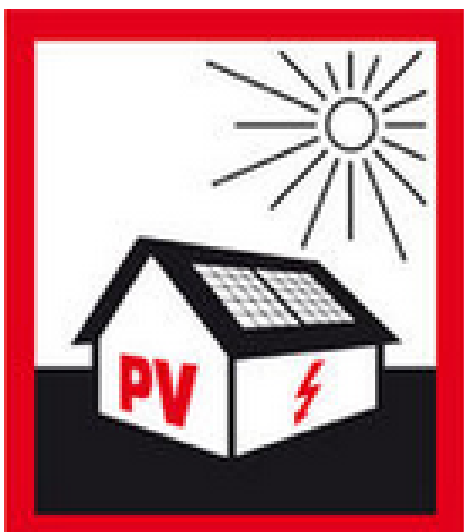
**⚡ Solar-DC-ANLAGE!**

Maximale Leerlaufspannung  V<sub>oc</sub>

Wechselrichter mit  ohne  galvanischer Trennung

www.swissolar.ch 0848 00 01 04

La mention « Installation photovoltaïque » (PV) se trouve sur le tableau électrique 230 V/400 V (AC) ou à l'entrée de l'installation.




La mention portant sur la manipulation de l'installation photovoltaïque (*Bedienung der PV-Anlage*) se trouve sur les onduleurs, ainsi que sur les interrupteurs-sectionneurs AC et DC.



La mention portant sur les composants DC conducteurs de courant et de tension (*spannungsführende DC-Komponenten*) se trouve sur les conduits de câbles équipés de circuits DC et de BRG.



	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Une bonne signalétique des installations photovoltaïques permet aux sapeurs-pompiers d'intervenir rapidement et en toute sécurité.</li><li>■ Si la signalétique est insuffisante, il convient de le signaler à l'exploitant de l'installation pour amélioration postérieure.</li></ul>
-------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## 8 Mise hors service d'une installation photovoltaïque


La marche à suivre pour la mise hors service d'une installation photovoltaïque est la suivante :

1. Actionner l'interrupteur-sectionneur AC ou, le cas échéant, le disjoncteur différentiel situé sur le tableau électrique (AC) de l'installation PV. L'écran de l'onduleur affiche alors « pas de réseau disponible » (*kein Netz vorhanden*) ou « hors réseau » (*OFF-Grid*).
2. Déconnecter l'interrupteur-sectionneur DC de tous les onduleurs.

L'installation PV est à présent hors service, mais PAS totalement hors tension la journée ! Les câbles DC des modules solaires et les chaînes de modules sont alors parcourus par une tension de circuit ouvert. La tension de décharge des condensateurs alimente les bornes DC de l'onduleur pendant encore au moins 5 minutes.


Les dispositifs peuvent être mis hors tension dans un ordre différent. Les circuits DC reliés aux onduleurs sont souvent ouverts en premier, par actionnement de la coupure pompiers ou de l'interrupteur-sectionneur DC. L'installation PV doit ensuite être coupée du réseau d'alimentation général au moyen de l'interrupteur-sectionneur AC.

Ces deux méthodes permettent la mise hors service de l'installation.

	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Après la mise hors service d'une installation PV, il convient de consulter le message affiché sur l'onduleur. Il permet de savoir si l'installation a bien été déconnectée du réseau AC et si les modules solaires sont alimentés par la tension en circuit ouvert.</li></ul>
-------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## 9 Mise hors service d'une installation photovoltaïque dans des bâtiments inondés

Dans des bâtiments inondés, certains composants sous tension peuvent être immergés dans l'eau. Il est interdit de s'en approcher. Le fournisseur d'énergie doit être contacté afin qu'il puisse déconnecter l'installation du réseau. Il faut ensuite vérifier si d'autres composants électriques de courant continu encore sous tension se trouvent dans des zones inondées. Le cas échéant, ces composants doivent être déconnectés des modules solaires au moyen de l'interrupteur-sectionneur DC.

	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Il est formellement déconseillé de pénétrer dans des bâtiments inondés équipés d'installations photovoltaïques. Au préalable, mettre les composants de l'installation PV hors tension.</li></ul>
-------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## 10 Dégradations causées par le vent à une installation photovoltaïque

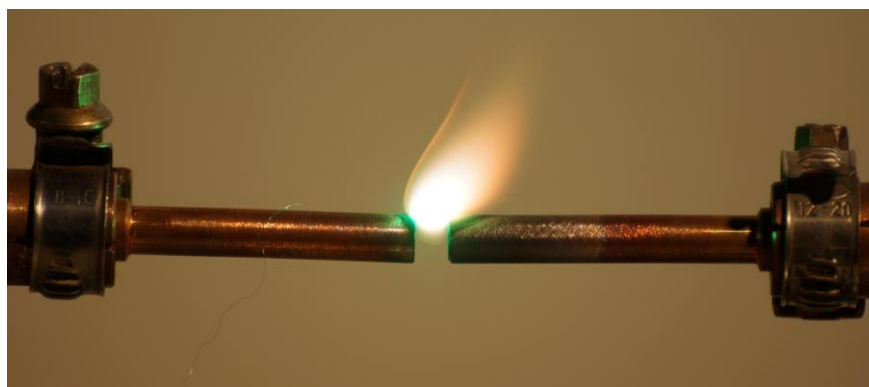
En cas de dégradations des modules solaires et de leur structure porteuse causées par l'action du vent, l'installation PV doit être mise hors service avant toute manipulation. Après avoir coupé le courant en actionnant l'interrupteur-sectionneur DC, les fiches d'alimentation de courant continu qui se trouvent sur les modules solaires et les chaînes de modules peuvent être débranchées et les modules solaires peuvent être manipulés.



- En cas de dégradations causées par le vent, ne pas manipuler les modules solaires et les éléments métalliques fixés sur la structure avant d'avoir actionné l'interrupteur-sectionneur DC et placé les modules solaires en circuit ouvert.

## 11 Arc électriques sur une installation photovoltaïque endommagée

Sur une installation photovoltaïque, il y a risque d'arc électrique en cas de rupture du circuit DC, en cas de contact électrique défectueux ou en cas d'endommagement de l'isolation d'un circuit DC. L'arc électrique se forme si un passage d'air de quelques millimètres se crée entre deux électrodes conductrices de courant. Des arcs électriques peuvent se former avec du courant continu et avec du courant alternatif. En raison des variations de tension périodiques du courant alternatif, les arcs électriques sont beaucoup plus instables qu'avec un courant continu. Un arc électrique qui se produit sur un circuit de courant continu ne peut être éliminé que par la rupture du circuit électrique.



- Pour stopper l'arc électrique, actionner les interrupteurs-sectionneurs AC et DC.

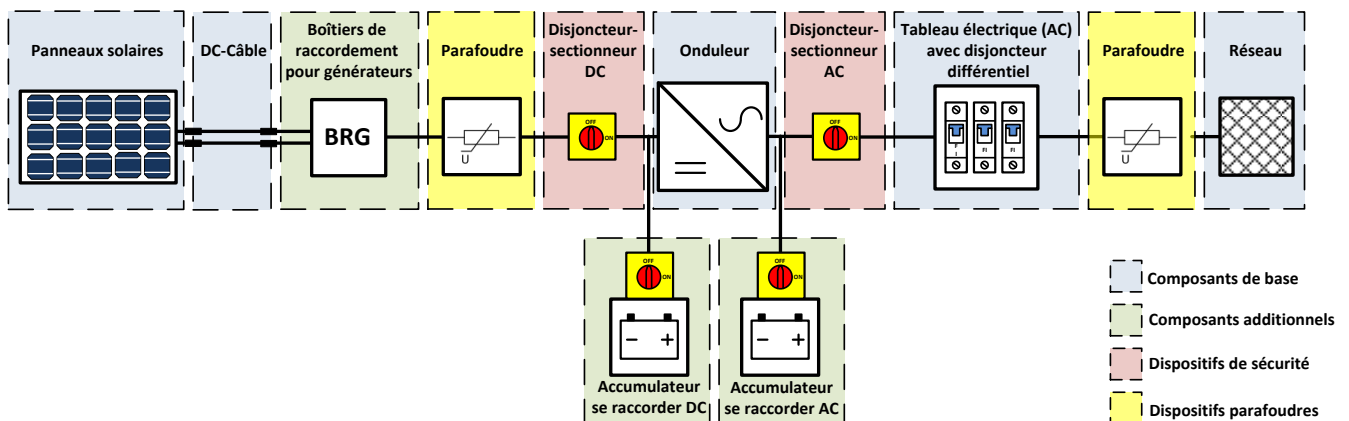
## 12 Installation photovoltaïque avec accumulateur



Les batteries d'accumulation permettent de stocker temporairement l'énergie solaire, afin d'augmenter la consommation individuelle d'énergie. Les coûts de cette technologie de stockage ne cessent de diminuer et il est désormais possible d'en équiper une installation PV déjà existante : on peut donc s'attendre à une généralisation de cette technique.

Des accumulateurs lithium fer phosphate (LiFePO<sub>4</sub>) sont majoritairement utilisés, mais on trouve encore des batteries au plomb (Pb) classiques.

L'accumulateur peut être raccordé côté DC ou AC de l'onduleur de l'installation photovoltaïque. Lorsqu'un nouvel accumulateur est ajouté à une installation PV déjà existante, il s'agit le plus souvent de batteries couplées AC qui disposent d'un onduleur supplémentaire.



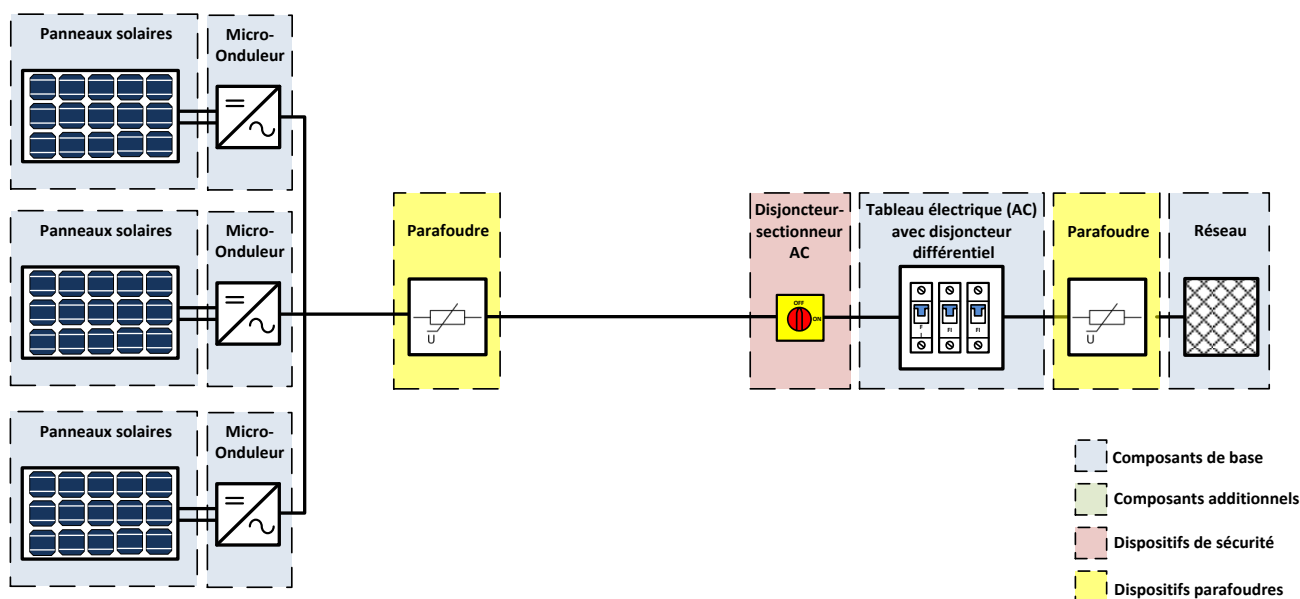
- En cas de mise hors service d'une installation photovoltaïque, toutes les éventuelles batteries d'accumulation doivent également être mises hors tension.
- Les batteries d'accumulation doivent être équipées d'un interrupteur-sectionneur supplémentaire signalisé, afin que l'installation puisse être mise hors service en toute sécurité en cas d'urgence.

### 13 Installation photovoltaïque avec micro-onduleurs directement raccordés aux modules solaires

Un nouveau concept d'installation PV repose sur l'utilisation de micro-onduleurs placés à proximité des modules solaires. Les micro-onduleurs ont une puissance de sortie comprise entre 200 et 350 Wp. Ils sont respectivement raccordés seulement à un ou deux modules solaires. Ces appareils se trouvent pour la plupart en extérieur, derrière les modules solaires, sur la toiture ou en façade.

L'avantage que présente cette technologie est qu'elle ne nécessite quasiment aucun circuit DC. Les modules solaires sont ainsi raccordés au réseau par des circuits AC. Le risque d'arc électrique est donc minime et la configuration du système largement simplifiée. Les bâtiments ne sont plus équipés d'interrupteurs-sectionneurs DC, de BRG ou de circuits DC.

Seuls l'interrupteur-sectionneur AC et le disjoncteur différentiel doivent être actionnés afin de couper l'installation PV.



	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Pour la mise hors service des micro-onduleurs, actionner uniquement l'interrupteur-sectionneur AC.</li> <li>■ Les micro-onduleurs permettent de diminuer le risque d'arc électrique et le limitent aux parties extérieures de l'installation, au niveau des modules solaires.</li> </ul>
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## 14 Phase préparatoire avant utilisation

À partir de 30 kWp (soit une surface active de 200 m<sup>2</sup>), il est recommandé de montrer l'installation PV aux sapeurs-pompiers avant toute intervention. Idéalement, l'installateur ou le propriétaire effectuera une visite de l'installation avec les sapeurs-pompiers au moment de la mise en service.

Sur place, les sapeurs-pompiers ont besoin des informations suivantes :

1. Est-ce que la **documentation technique** comprenant plans et schémas électriques ainsi que les composants de l'installation PV existe ?  
Une copie de cette documentation DOIT se trouver à proximité du tableau électrique 230 V/400 V (AC) ou de l'onduleur.
2. Où se trouve **l'interrupteur-sectionneur AC** ?
3. Où se trouve **le tableau électrique 230 V/400 V (AC) avec disjoncteur différentiel** ?
4. Où se trouvent **l'interrupteur-sectionneur DC** et **l'onduleur** ?
5. Si existante, où se trouve la **coupure pompiers** ?
6. Si existants, où se trouvent les **boîtiers de raccordement pour générateurs** ? Les BRG sont-ils équipés d'interrupteur-sectionneurs DC ? Si oui, les interrupteurs-sectionneurs doivent-ils être actionnés manuellement ou par le biais de la coupure pompiers ?
7. L'accès aux **composants de sécurité actionnables** est-il garanti ?
8. Où se trouvent les **modules solaires** ?
9. À quel endroit peut-on **accéder au toit** sans marcher sur les modules ?
10. À quel endroit peut-on ouvrir la **toiture** sans endommager les modules ?
11. **L'installation PV est-elle signalée** par des panneaux d'avertissement et d'indication ? Les **dispositifs de sécurité accessibles** sont-ils rapidement **identifiables** en cas d'intervention ?
12. Les **coordonnées** du **personnel de service** ou des **personnes de contact** sont-elles connues et disponibles sur le site ?



■ Il convient d'établir un plan d'intervention des sapeurs-pompiers contenant les principales informations sur toute installation PV de plus de 30 kWp (soit environ 200 m<sup>2</sup> de surface active).

## 15 Risques encourus par les forces d'intervention des sapeurs-pompiers

En cas d'incendies d'installations PV ou de bâtiments équipés d'installations PV, les forces d'intervention des sapeurs-pompiers doivent tenir compte des risques supplémentaires qui en résultent, tels que décharges électriques, gaz toxiques et chutes de composants.

### Risque d'électrocution

#### **Dangers :**

- Toutes les installations PV sont au-dessus de la tension de contact maximale de 50V en courant alternatif et de 120 V en courant continu.
- Durant la journée, les câbles DC des modules solaires sont en permanence sous tension électrique DC.
- Des arcs électriques peuvent se former même avec une faible tension DC en charge.
- Un câble électrique qui pend représente un danger potentiel.

#### **Mesures de protection :**

- Actionner l'interrupteur-sectionneur et la coupure pompiers côtés AC et DC.
- Décharger les condensateurs des onduleurs et attendre au moins 5 minutes.
- Ne pas marcher sur les modules solaires.
- Ne pas endommager, ni détruire les modules solaires.
- Respecter les règles en vigueur à proximité d'appareils sous tension électrique ("Règle du A.C.C.I.": Avertir, Couper, Condamner, Informer).
- Respecter les distances de sécurité pendant l'extinction des câbles et des composants sous tension :
  - Jet pulvérisé      5 m
  - Jet plein            10 m

### Risques dus aux gaz toxiques

#### **Dangers :**

- Gaz toxiques libérés par la combustion d'isolations de câbles, de matières plastiques et de composants des modules PV.
- Risques similaires à ceux encourus en cas d'incendie de bâtiments.
- Possibilité de propagation des gaz dans les dispositifs de ventilation.

---

**Mesures de protection :**

- Utiliser des appareils de protection respiratoire isolants
- Couper les dispositifs de ventilation
- Sauvetage des personnes / Évacuation des lieux touchés

**Risques dus aux chutes de composants**

**Dangers :**

- Manque d'informations sur la réaction des composants en cas d'incendie et sur leur résistance au feu.
- Chutes de composants, comme en cas d'incendie de bâtiments
- Risque d'éclatement des modules solaires en raison de la chaleur et/ou de l'eau d'extinction et risque de projection d'éclats de verre.
- Capacité de charge de la toiture limitée en fonction des modules PV et de leur structure porteuse
- Risque d'effondrement de composants du générateur photovoltaïque (modules PV et structure porteuse) à l'intérieur des bâtiments, si les flammes atteignent la toiture.

**Mesures de protection :**

- Tenir compte de la capacité de charge maximale de la toiture
- Tenir compte des risques autour des zones de décombres
- Condamner les zones dangereuses

**Risques de propagation**

**Dangers :**

- Effet cheminée sur les installations en toiture ou en façade.
- Les modules couvrant de grandes surfaces peuvent gêner le travail des sapeurs-pompiers
  - s'ils ont besoin de monter sur le toit,
  - s'il s'avère nécessaire d'ouvrir la toiture.
- Risque de propagation en cas d'obstruction des compartiments coupe-feu par des composants inflammables.
- Risque d'incendie en cas d'arc électrique sur des installations endommagées

**Mesures de protection :**

- Tenir compte des réglementations en matière de construction, dégager les issues de secours et d'évacuation.
- Surveiller une éventuelle propagation de l'incendie (au moyen d'une caméra thermique, par exemple).

- Sécuriser les zones d'arcs électriques et mettre à contribution le personnel spécialisé.

## 16 Intervention


Procurer une vue d'ensemble de l'installation PV :

- L'installation ou des composants de l'installation sont-ils touchés ?
  - Quels composants sont endommagés ?
  - Quels sont les dégâts ?
  - Où se trouve l'interrupteur-sectionneur AC ?
  - Est-ce qu'une coupure pompiers existe ? Si oui, où se trouve-t-elle ?
  - Où se trouvent l'interrupteur-sectionneur DC et les onduleurs ?
  - Est-ce qu'il existe des boîtiers de raccordement de générateurs qui permettent d'ouvrir les circuits DC au moyen d'interrupteurs-sectionneurs ?
  - Où se trouvent les modules ?
  - Le toit est-il accessible et peut-on l'ouvrir sans endommager les modules solaires ?
- Signaler aux forces d'intervention les dangers déjà identifiés.
  - Communication mutuelle entre la conduite et le personnel.
- Condamner les zones dangereuses

## 17 Élimination de dommages causés par un incendie après un événement

La forte chaleur qui se dégage en cas d'incendie est capable de détruire une installation PV. Les matières dont se composent les modules solaires telles que le plastique, l'aluminium, le verre ou le cuivre peuvent fondre ou se briser en cas de fortes températures. C'est pourquoi, des composants en silicium se séparent du matériau composite en cas d'incendie et sont rejetés dans l'atmosphère sous l'effet des flammes.


Selon les conditions climatiques, les composants et les particules se déposent d'abord au sol, à plusieurs centaines de mètres de l'objet incendié. En cas de forte ascendance thermique, les résidus peuvent même être rejetés sur plusieurs kilomètres. Ils peuvent se présenter sous la forme d'éclats tranchants, dangereux pour les personnes et les animaux. Dans les zones rurales, les terrains agricoles et les pâturages peuvent être touchés, ainsi que les matières fourragères. En zone urbaine, les aires de jeux, les installations sportives, les parcs et les établissements de loisirs (piscines) sont considérés comme des zones sensibles.

	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Collecter et éliminer les résidus selon les directives des établissements administratifs et spécialisés.</li><li>■ Contacter un expert de l'AIB pour évaluer les dommages (habitation et environnement proche).</li><li>■ En cas de rejet dans l'environnement, contacter l'Office des eaux et des déchets et d'autres administrations, si nécessaire (si des matières fourragères ou des denrées alimentaires ont été touchées, par exemple).</li><li>■ Conformément à l'article 13 de la loi sur la protection contre le feu et sur les sapeurs-pompiers (LPFSP), ces travaux ne relèvent plus des compétences des sapeurs-pompiers. Les coûts (frais de déblaiement, d'évacuation et de décontamination) peuvent être pris en charge en conséquence, selon les conditions générales de l'AIB ou par d'autres assurances éventuelles.</li></ul>
-----------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## 18 Remise en service après un événement dommageable

Une installation photovoltaïque qui a été coupée lors d'une intervention de sapeurs-pompiers doit être restituée à l'exploitant ou au personnel d'exploitation de l'installation PV, une fois l'intervention terminée. Les sapeurs-pompiers ne sont pas habilités à remettre l'installation PV en marche.

Il est conseillé à l'exploitant de faire réaliser un état des lieux par un expert ou une entreprise spécialisée, avant la remise en service de l'installation PV.

	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Les sapeurs-pompiers ne sont pas habilités à remettre l'installation photovoltaïque en service après un événement dommageable.</li><li>■ Au moment de la restitution, signaler à l'exploitant ou au personnel d'exploitation que l'installation photovoltaïque doit être l'objet d'une expertise avant sa remise en service.</li></ul>
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



## 19 Glossaire

Tableau électrique 230 V/400 V (AC) :	il est raccordé au réseau d'alimentation général et distribue l'énergie sur le réseau 230 V/400 V (AC) des bâtiments.
Réseau 230 V/400 V (AC) :	circuit électrique allant du tableau électrique (AC) au consommateur
couplé AC :	raccordé au réseau 230 V/400 V (AC),
couplé DC :	raccordé au circuit en courant continu de l'installation PV
Côté AC :	circuit à partir de la borne de raccordement AC de l'onduleur
Côté DC :	circuit à partir de la borne de raccordement DC de l'onduleur
Tension de contact :	tension électrique entre des éléments conducteurs, lorsque ceux-ci sont touchés simultanément
Bornes de raccordement AC / DC :	bornes de raccordement du câble de l'onduleur
Tension du système DC :	tension aux bornes des modules solaires
Consommation individuelle :	production et consommation simultanées en énergie solaire
Plage de tension d'entrée :	plage de tension sur laquelle l'onduleur peut se mettre en marche
Courant différentiel résiduel :	courant électrique qui passe par un point de défaut en cas de défaut d'isolation
Intégration au bâtiment :	système photovoltaïque qui constitue une partie de l'enveloppe du bâtiment et qui s'y intègre de manière fonctionnelle
Boîtier de raccordement pour générateur (GAK) :	boîtier de raccordement pour le placement de jeux de barre ou de composants de sécurité techniques tels que des interrupteurs ou des éléments de protection
Réseau d'alimentation général :	réseau électrique auquel sont raccordés le consommateur et la centrale électrique
Chaîne, chaîne de modules solaires, montage en série :	raccordement en série de plusieurs modules solaires
Onduleur de chaîne :	onduleur de capacité réduite (< 30kWp) auquel sont directement raccordées plusieurs chaînes de modules
Composants conducteurs de courant / de tension :	composants conducteurs d'électricité

---

Éléments de protection  
contre une surtension : composant destiné à limiter le risque de surtension dangereuse  
dans les circuits et les appareils électriques

## 20 Auteur et bibliographie

Le présent Aide-mémoire a été rédigé par Christian Renken de la Haute école spécialisée bernoise, par l'Institut IEM de recherche sur l'énergie et la mobilité (Institute für Energy and Mobility Research) et par le Laboratoire de photovoltaïque de Berthoud, en collaboration avec l'AIB. Les graphiques ont été réalisés par Jonas Oliver Wälten de la Haute école spécialisée bernoise.

Références essentiellement en allemand :

- Gefahr für die Feuerwehr bei PV-Anlagen, Fachbeitrag Zeitschrift Elektrotechnik 3/11  
H. Häberlin, L. Borgna, Ph. Schärf, Berner Fachhochschule Burgdorf, Labor für Photovoltaik
- Lichtbogenproblematik in PV-Anlagen, Einführung und mögliche Gegenmassnahmen  
D. Gfeller, Berner Fachhochschule Burgdorf, Labor für Photovoltaik
- Feuerwehreinsatz an PV-Anlagen  
SMA Solar Academy
- La peur, mauvaise conseillère, Journal des sapeurs-pompiers suisses  
Swissolar
- Guides de protection incendie, Capteurs et panneaux solaires,  
AEAI
- Nouveautés dans la partie 7.12 concernant les installations photovoltaïques  
dans la NIBT  
P. Toggweiler, Basler&Hoffmann

## Check-list «Installations photovoltaïques en cas d'intervention de sapeurs-pompiers»

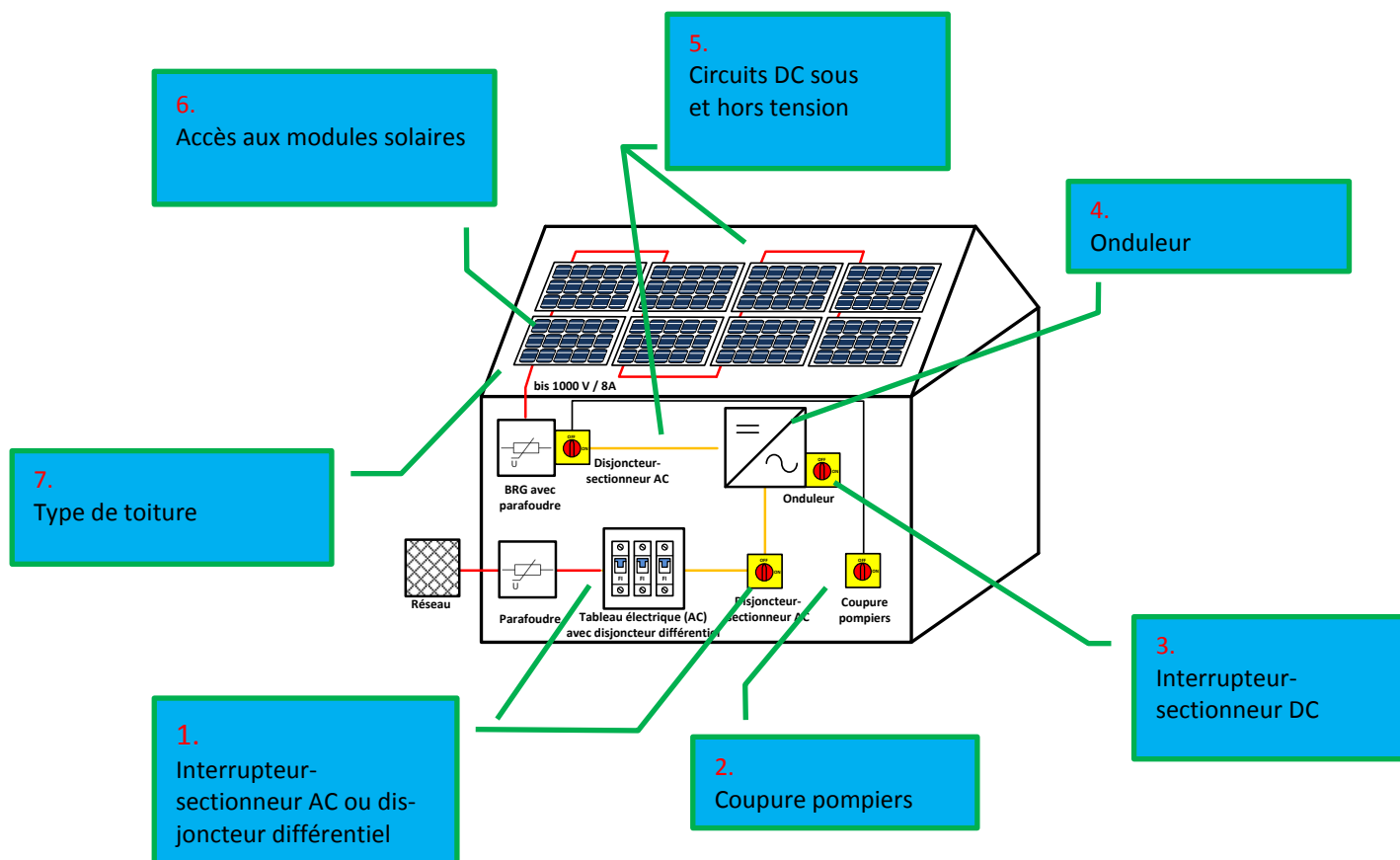
### 1. Origine du sinistre

- feu
- vent
- eau

### 2. Conditions de luminosité au moment de l'intervention

- lumière du jour (courants et tensions DC dangereux)
- nuit (absence de courants ou de tensions DC dangereux)

### 3. Évaluation de la situation sur place



#### 4. Mise hors service de l'installation PV

1. Actionner l'**interrupteur-sectionneur AC** ou le **disjoncteur différentiel**
2. Actionner la **coupure pompiers** ou l'**interrupteur-sectionneur DC**

Repérer les circuits DC encore sous tension !

#### 5. Mesures de protection pendant l'intervention

##### ***Mesures de protection contre les décharges électriques***

- Décharger les condensateurs des onduleurs et attendre au moins 5 minutes.
- Ne pas marcher sur les modules solaires.
- Ne pas endommager les modules solaires.
- Respecter les règles en vigueur à proximité d'appareils sous tension électrique ("Règle du A.C.C.I." : Avertir, Couper, Condamner, Informer).
- Respecter les distances de sécurité pendant l'extinction de câbles et de composants sous tension :
  - Jet pulvérisé            5 m
  - Jet plein                    10 m

##### ***Mesures de protection contre des gaz toxiques***

- Utiliser des appareils de protection respiratoire isolants
- Arrêter les dispositifs de ventilation
- Sauvetage des personnes / Évacuation des lieux touchés

##### ***Mesures de protection contre les chutes de composants :***

- Tenir compte de la capacité de charge maximale de la toiture
- Tenir compte des risques autour des zones de décombres
- Condamner les zones dangereuses

##### ***Mesures de protection contre la propagation***

- Tenir compte des réglementations en matière de construction et dégager les issues de secours et d'évacuation.
- Surveiller une éventuelle propagation de l'incendie (au moyen d'une caméra thermique, par exemple).
- Sécuriser les zones d'arcs électriques et mettre à contribution le personnel spécialisé.