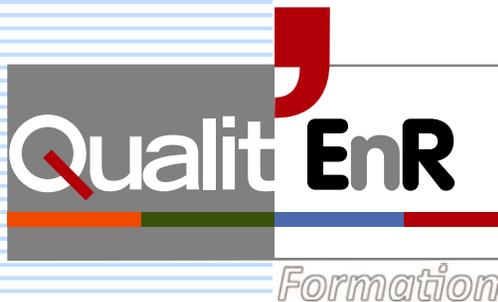




Formation

Protection des personnes &
des biens



*Installation photovoltaïque raccordée au réseau
(compétence électrique)*

Version janvier 2012

Les différents moyens de protection

- Nécessité impérieuse d'assurer la sécurité des personnes et des biens en prenant en compte les spécificités des installations photovoltaïques
 - 1. Pour la partie courant continu**
 - Protection des personnes et des intervenants
 - Protections des biens
 - 2. Pour la partie courant alternatif.**
 - Protection des personnes et des intervenants
 - Protections des biens
 - 3. Signalisation et étiquetage**
 - 4. Disposition de sécurité lors des interventions**

Les différents moyens de protection

- Le guide de référence pour les installations PV raccordées réseau



UTE
C 15-712-1
Juillet 2010

UNION TECHNIQUE DE L'ELECTRICITE

INSTALLATIONS ELECTRIQUES A BASSE TENSION

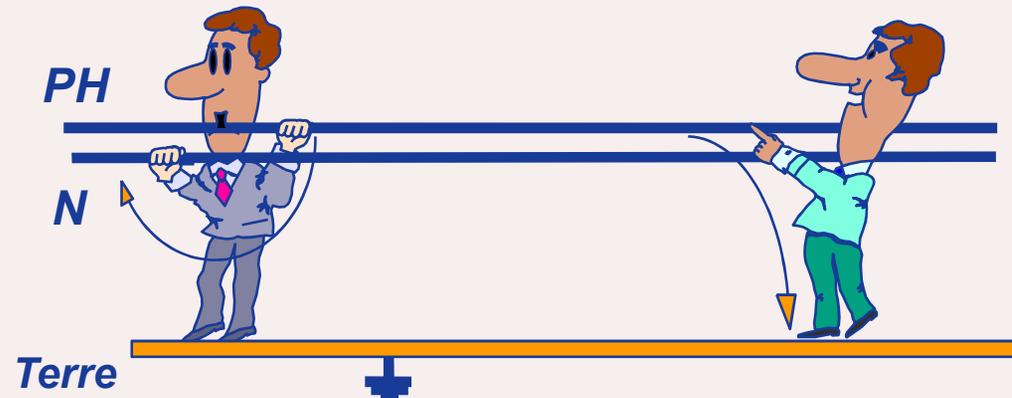
GUIDE PRATIQUE

**Installations photovoltaïques raccordées au réseau
public de distribution**

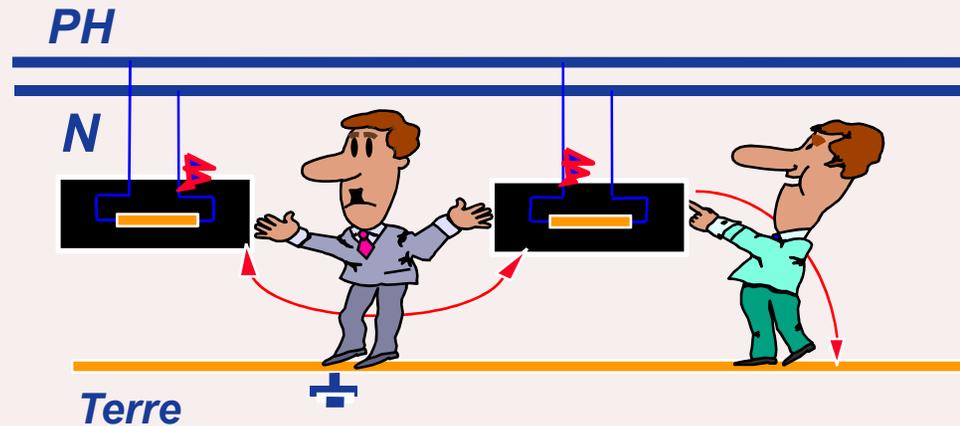
Les différents moyens de protection

Les risques de contacts

Protection
contre
les contacts
directs



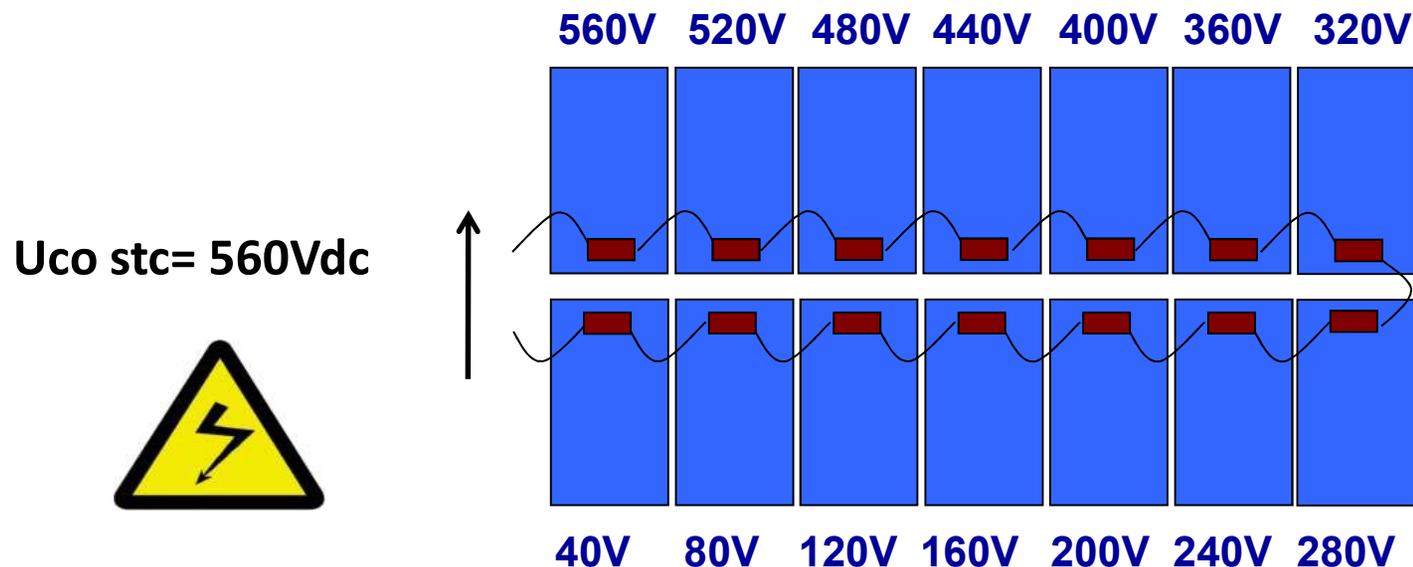
Protection
contre les
contacts
indirects



source INRS

Les risques pour les intervenants :

- Tension supérieure à la TBT



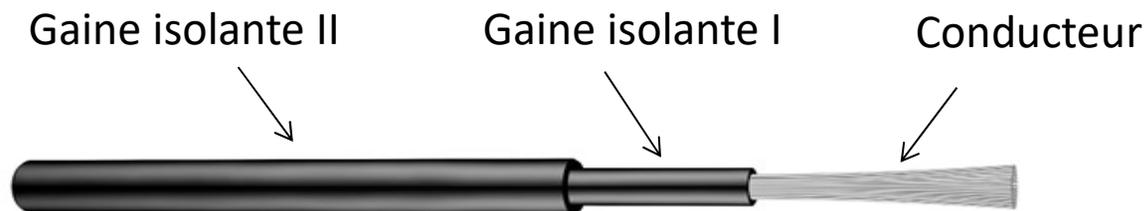
- Arc électrique sur circuit PV plus difficile à interrompre

Les moyens de protection :

- Pour assurer la protection contre les contacts directs les matériels doivent par construction avoir un degré de protection IP 2X ou IP XXB.

Les câbles : se référer au guide UTE C32-502

- Température d'âme 90°C ou 120°C en régime permanent
- Classe II
- Mono-conducteur
- Résistant au UV: influence externe AN3 ou interposition d'écran
- Tenue aux intempéries



Choix et mise en œuvre des matériels

- Ensembles d'appareillages

Dans les locaux accessibles aux personnes autres qu'averties ou qualifiées (BA4 ou BA5) :

- les dispositifs de connexion ne doivent être démontables qu'à l'aide d'un outil par construction ou par installation ;
- les appareils n'ayant pas de caractéristique de coupure en charge doivent nécessiter : l'utilisation d'une clé, d'un outil ou la manœuvre directe d'un appareil ayant la caractéristique de coupure en charge.

- **Les connecteurs**

Pour la partie d.c., les dispositifs de connexion accessibles aux personnes non averties ou non qualifiées ne doivent être démontables qu'à l'aide d'un outil par construction ou par installation.

Pour garantir la qualité de la connexion et limiter les risques d'arc électrique pouvant créer des incendies, chaque couple de connecteurs mâle femelle à assembler doit être de même type et même marque.



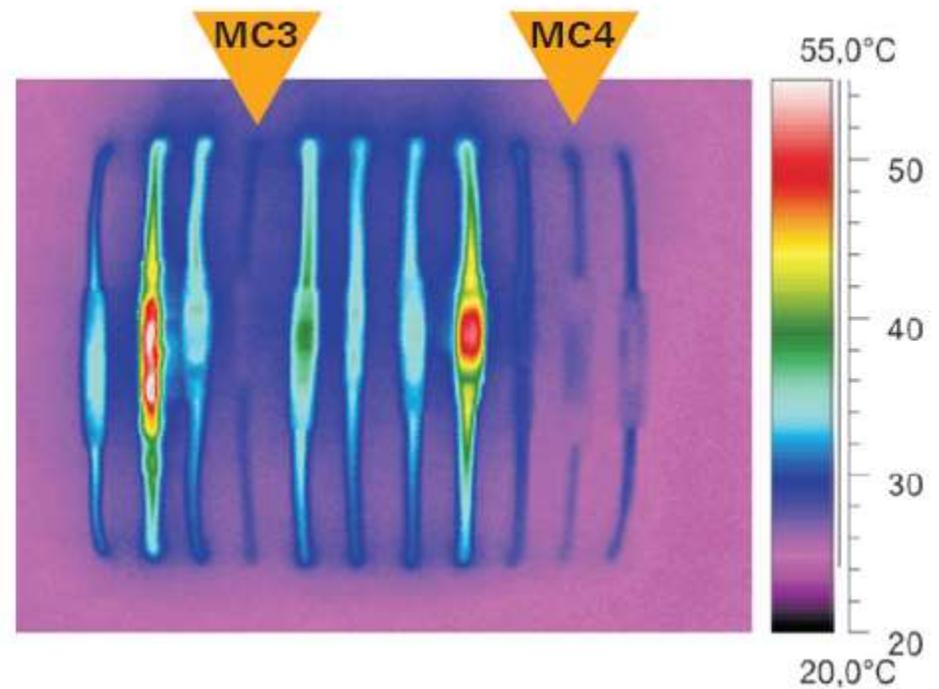
Autorisé si non accessible au public



Obligatoire si accessible au public



- **Les connecteurs**
 - Chaque couple de connecteurs mâle femelle à assembler doit être de même type et même marque, attention à la contrefaçon.



Source MC contact

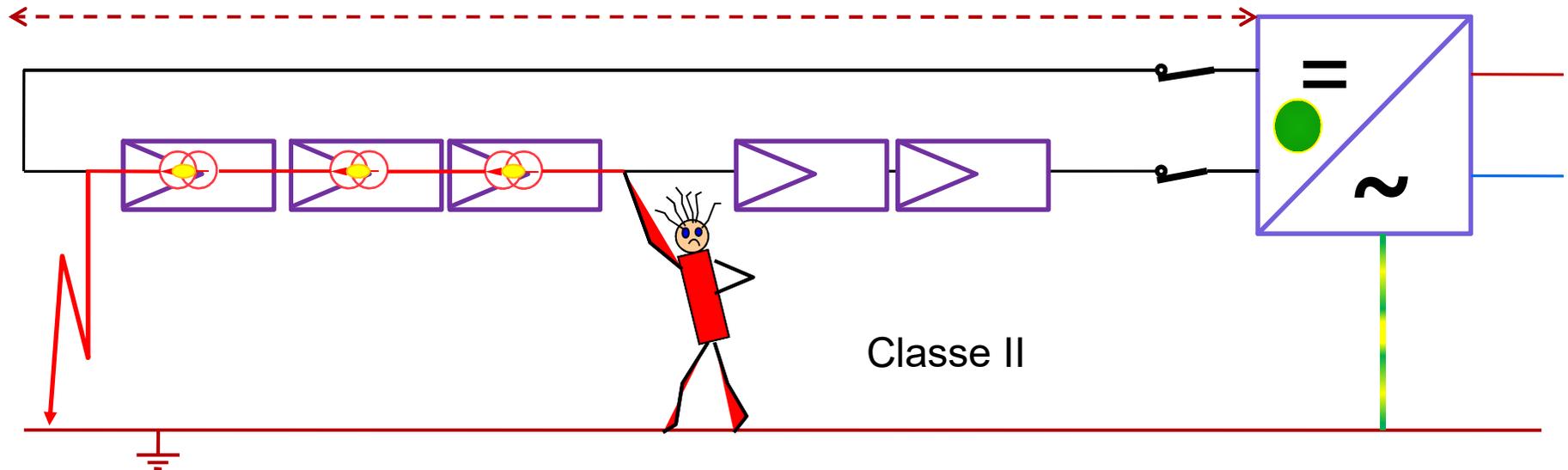
- Protection contre les contacts indirects

Sur la partie continue les dispositions de protection contre les contacts indirects ne font pas appel au principe des schémas de mise à la terre.

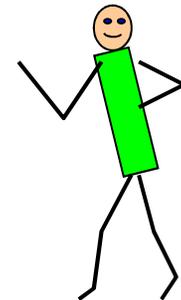
Le régime est dit « flottant » ce qui veut dire qu'aucune des polarités n'est reliée à la terre.

Cependant, dans certains cas et pour des raisons fonctionnelles, cette mise à la terre directe ou par l'intermédiaire d'une résistance est nécessaire et donc admise sous certaines conditions : Voir tableau 9 de la norme UTE C 15-712-1

- Cas d'un double défaut d'isolement en DC



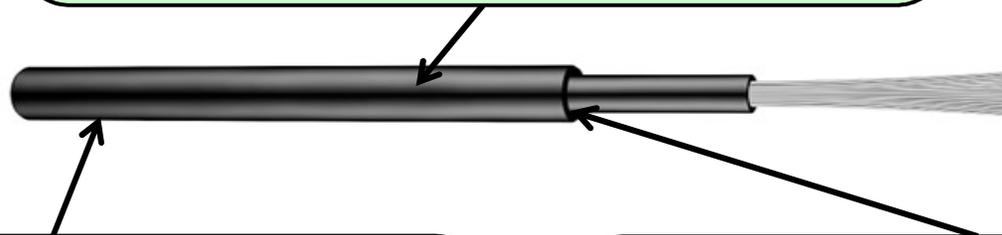
- **Premier défaut** pas de risque pour l'intervenant car les conducteurs actif sont isolés des masses par une impédance élevée.
- **Second défaut** l'intervenant peut être en contact et soumis à une tension qui en fonction du nombre de modules entre les deux défauts peut atteindre plusieurs centaines de volts (**Danger d'électrocution**)



- **Protection contre les risques d'incendie**

Courant admissible dans un câble fonction :

- De la nature du conducteur (Cu, Al)
- De la nature des isolants
- Du mode de pose
- De la température ambiante



Une surcharge peut provoquer:



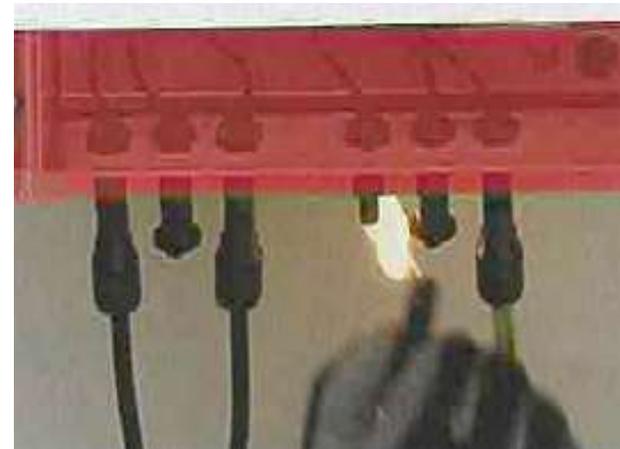
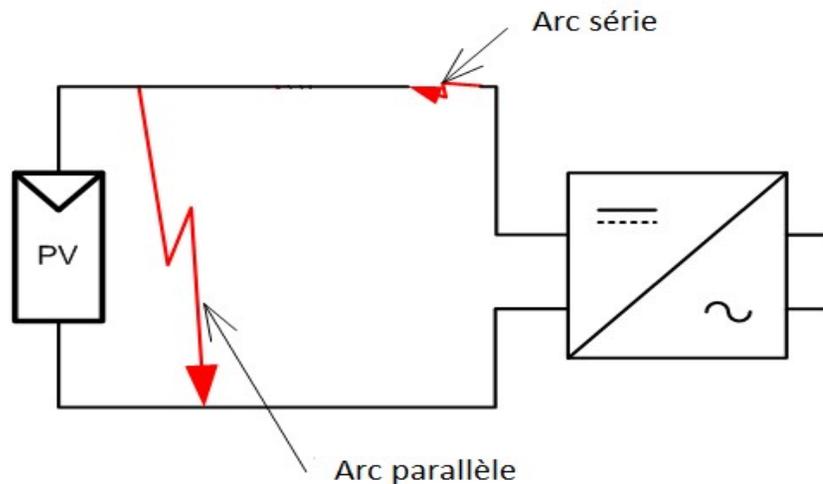
Protection contre les surintensités:



- **Arc électrique dangereux en photovoltaïque si ouverture de circuit en charge et maintien d'une faible distance entre conducteurs**

Exemples :

- Mauvais contact au niveau des connexions (arc série)
- Mauvais contact entre 2 conducteurs de polarité opposée (arc parallèle): contact direct ou double défaut d'isolement par rapport à la terre



- Risque d'incendie et de brûlure

Source SMA

■ Protection des biens

L'UTE 15-712-1 juillet 2010 tient compte notamment :

- de la valeur du courant inverse admissible I_{rm} des modules pas toujours supérieur à $2 \times I_{scstc}$ (vérifier ces caractéristiques)
- Selon les cas, en cas de présence de câble de groupe, la nécessité ou pas de mise en œuvre de dispositifs de protections

Remarque:

Dispositifs de protection des chaînes rarement nécessaires sur les installations ≤ 3 KWC ce qui n'est pas, dans certaines configurations, le cas d'une installation de $9 \leq$ KWC

source SOCOMEC

- **Protection contre les surintensités**

Les dispositifs doivent pouvoir fonctionner pour des applications DC et donc répondre à certaines dispositions comme:

- La tension assignée ($> U_{oc}$ max généré)
- Le courant assigné I_n correctement calculé
- Le courant de fusion dans le cas d' utilisation de fusible
- Le pouvoir de coupure ($\geq 1,25 \times I_{scstc}$ de généré)
- La température de fonctionnement
- Marquage courant continu ou symbole ---

source SOCOMEC

- **Choix et mise en œuvre des matériels**

- Généralités
 - Canalisations DC
- Pour les câbles PV

Section (mm ²) Pour $\theta_{\text{âme}}=90^{\circ}\text{C}$	Intensité Echauffement direct	Intensité Cheminement dans isolant thermique
1,5	14	10
2,5	19	13,8
4	26	18,7
6	33	24
10	46	33,5
16	62	44,6
25	82	56,7
35	102	70,5

Ce tableau vous indique le courant maximal admissible pour les câbles de chaîne pour une $^{\circ}\text{C}$ à l'âme de 90° lorsqu'ils sont soumis à l'échauffement direct des modules ou soumis au rayonnement solaire ($^{\circ}\text{C}$ ambiante de 70°C).

- **Choix et mise en œuvre des matériels**

- Appareillages

Tous les appareillages installés dans la partie DC doivent respecter les dispositions suivantes spécifiques aux installations photovoltaïques :

- Rappel: le courant assigné I_n doit être au moins égal à $1,25 I_{scSTC}$ du circuit concerné à l'exception de celui des dispositifs de protections contre les surintensités.
- la tension assignée d'emploi (U_e) doit être supérieure ou égale à la tension maximale U_{ocmax} du générateur photovoltaïque
- ces dispositifs doivent posséder le marquage utilisation en courant continu (indication « courant continu » ou symbole )
- la température de fonctionnement au lieu d'installation pouvant différer de la température spécifiée dans les normes produits, l'utilisateur doit consulter la documentation du constructeur pour sélectionner les produits



- **Choix et mise en œuvre des matériels**
- Généralités

La tension assignée d'emploi de tous les matériels de la partie DC doit être égale ou supérieure à la tension U_{ocmax}

Inter-sectionneurs courant continu

Catégorie d'emploi DC 21B selon EN 60947-3
 Contacts à double coupure
 Coupure pleinement apparente
 Auxiliaires de signalisation communs à la gamme DX
 Utiliser les modules d'espacement réf. 044 40
 entre 2 appareils consécutifs

Inter-sectionneurs 800 V₌

Intensité nominale (A)	Nbre de pôles protégés	Nbre de modules
16	2	4
25	2	4
32	2	4
63	2	4

Température ambiante minimale °C	Facteur de correction (k)
24 à 20	1,02
19 à 15	1,04
14 à 10	1,06
9 à 5	1,08
4 à 0	1,10
-1 à -5	1,12
-6 à -10	1,14
-11 à -15	1,16
-16 à -20	1,18
-21 à -25	1,20
-26 à -30	1,21
-31 à -35	1,23
-36 à -40	1,25

R: UTE 15-712 février 2008: $U_{ocmax}=1,15 \times U_{ocstc}$

UTE 15-712-1 $U_{ocmax}=1,2 \times U_{ocstc}$ si T_{amb} inconnue

- **Choix et mise en œuvre des matériels**
- Appareillages

Les appareillages installés dans la partie DC doivent être de type industriel, c'est à dire conformes aux normes de la série NF EN 60947 :

- Les caractéristiques des interrupteurs, interrupteurs-sectionneurs, combiné-fusibles, doivent satisfaire à la catégorie d'emploi DC21B.
- Les caractéristiques des sectionneurs, doivent satisfaire à la catégorie d'emploi DC20.
- Les caractéristiques des contacteurs doivent satisfaire à la catégorie d'emploi DC1.
- Dans les locaux d'habitation, l'usage d'appareillage de type industriel est autorisé pour la partie de l'installation en courant continu.



- **TP protection surintensités partie courant continu**

- Caractéristique du générateur: 6600 Wc

- Module: 30 modules (10x3)

- 3 Onduleurs proposés

- Travail demandé:

- Réaliser le schéma unifilaire

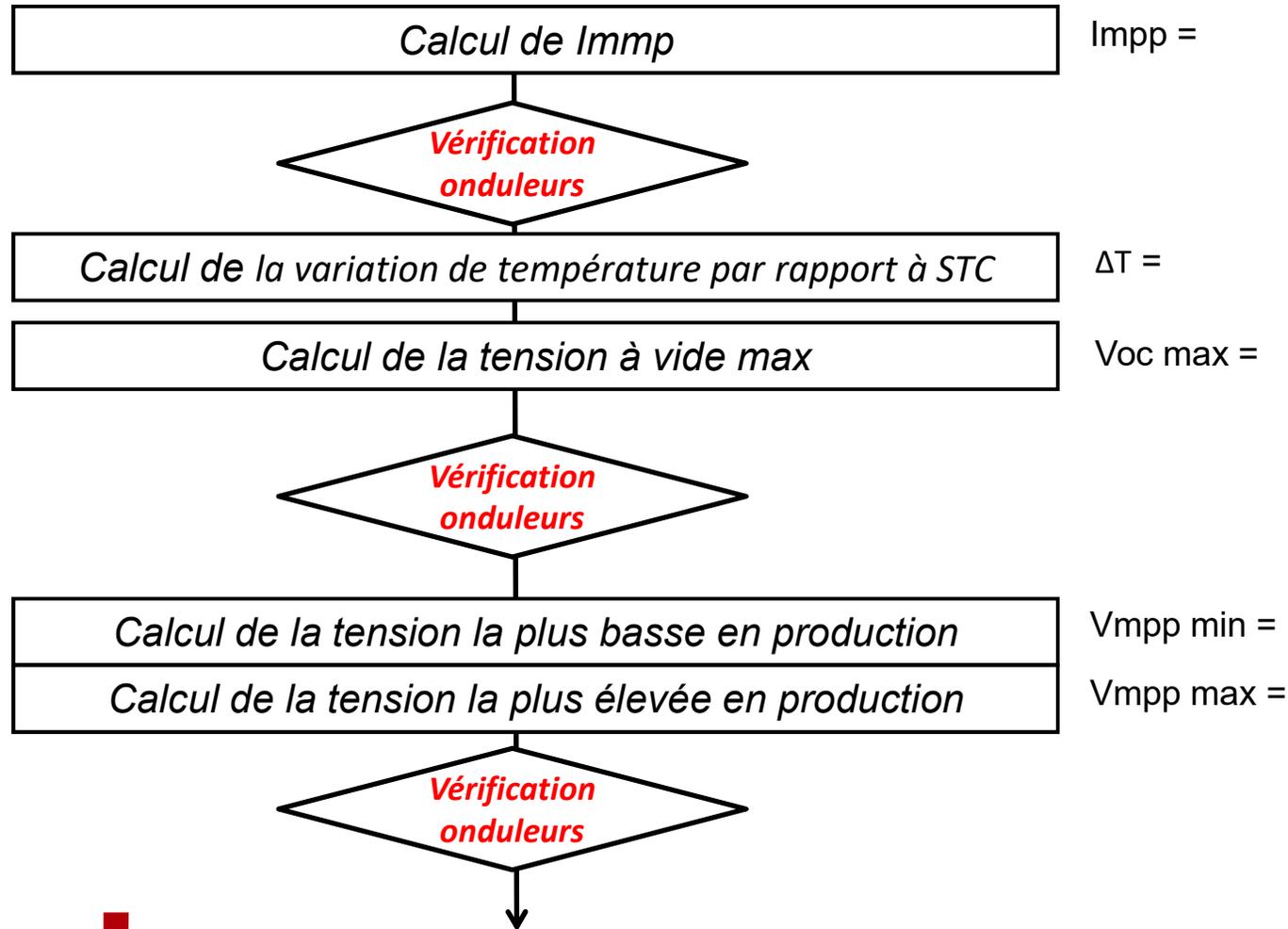
- A quoi correspond les conditions Stc pour un module ?

- Choisir l'onduleur le plus adapté (parmi les trois propositions)

- Justifier la nécessité de la présence de fusibles de protections des chaînes

- Déterminer la protection adaptée parmi les trois propositions

☐ Méthode pour le choix de l'onduleur



- **Chute de tension (partie DC)**

ΔU max 3% à I_{mppstc} UTE 15-712-1 chap 11.2

- ✓ Tension à prendre ne compte : U_{mppSTC}
- ✓ Résistivité du cuivre : $\rho = 1,25 \times \rho_0$ soit $0,023 \Omega/\text{mm}^2$
- ✓ La chute de tension à considérer est le cumul de la chute de tension générée respectivement par les câbles de chaine, de groupes et principal Pv si existants
- ✓ Le calcul de la chute de tension sera réalisée ultérieurement.

- **Dispositifs de coupure d'urgence**

Ces dispositifs peuvent être des interrupteurs ou, des disjoncteurs ou, des contacteurs.

La coupure d'urgence peut être assurée par une commande manuelle de l'organe de coupure ou par l'intermédiaire d'une action télécommandée (*).

(*) : attention, dans des locaux d'habitations, les dispositifs de coupure d'urgence doivent être à action manuelle directe

source SOCOMEC

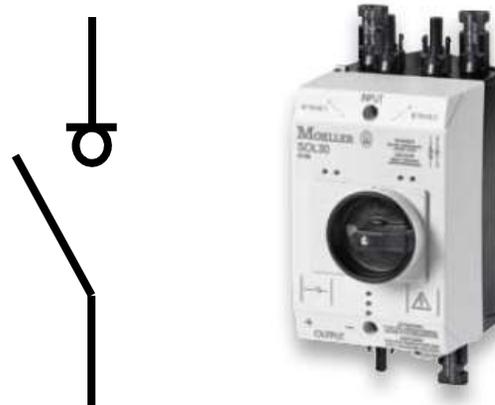
- **Dispositif de sectionnement**

Pour permettre la maintenance des onduleurs PV, des moyens de sectionnement doivent être prévus par onduleur, **à proximité**, tant du côté continu que du côté **alternatif** (UTE C 15-712-1 chap 12.2).



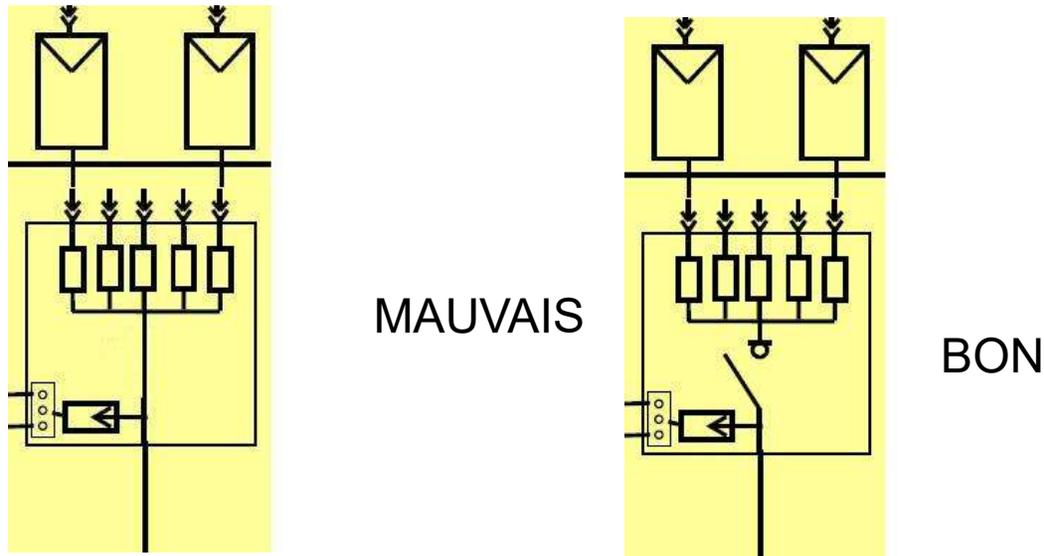
source SOCOMEC

Un dispositif de sectionnement sur la partie DC doit **être indépendant de l'onduleur** et à proximité de celui-ci.



- **Dispositif de sectionnement**

Pour permettre les interventions de maintenance au niveau des boîtes de jonctions équipées de protections, un dispositif de coupure doit être prévu à l'intérieur ou à proximité en aval de ces protections.



source SOCOMEC

- **Dispositifs de coupure d'urgence (Partie DC)**

Chaque alimentation d'onduleur doit pouvoir être coupée.

Dans le cas d'onduleurs à entrées multiples, il est admis d'assurer la coupure d'urgence par des dispositifs à commandes séparées.



Onduleur deux traqueurs mpp

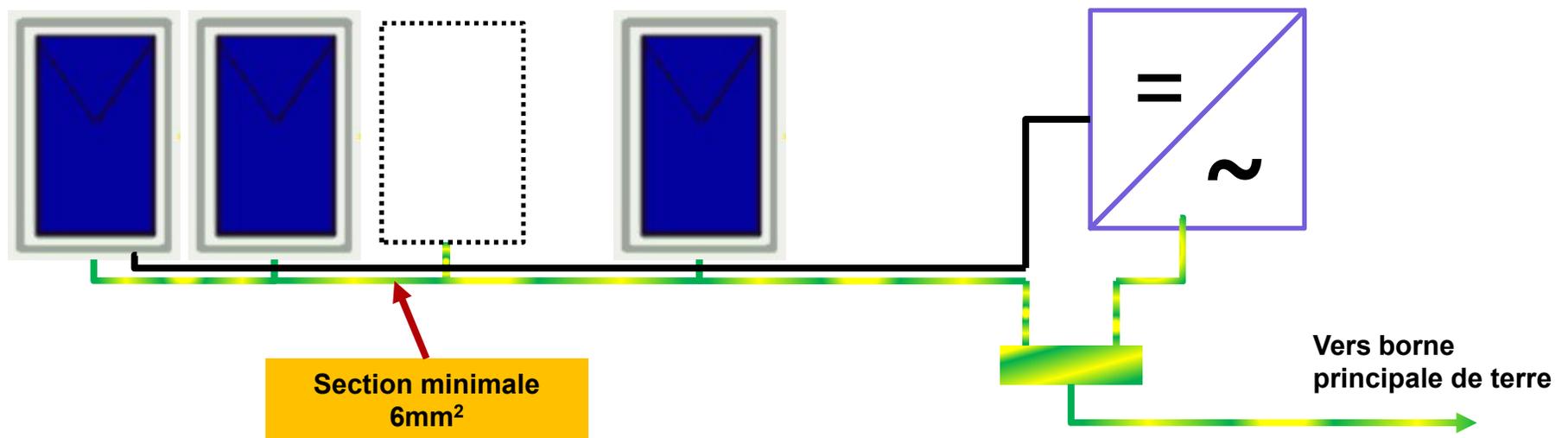
Coupure 2

Coupure 1

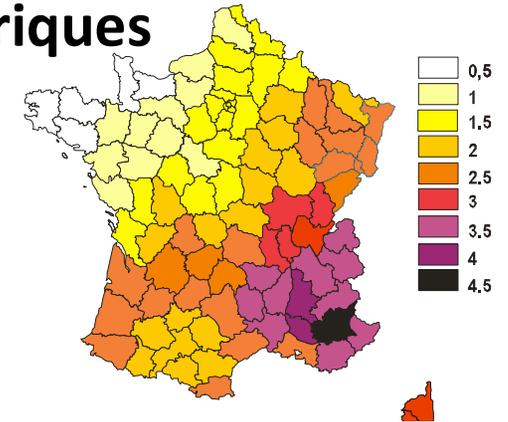
- **Protection contre les surtensions atmosphériques ou dues à des manœuvres**

- Protection par équipotentialité

Comme décrit par les diapos mise à la terre des masses et éléments conducteurs, un conducteur d'équipotentialité doit relier toutes les structures métalliques des modules et les structures métalliques des supports de l'installation PV (y compris les chemins de câbles métalliques) en présence ou non de parafoudres. Ce conducteur doit être relié à la terre.



- **Protection contre les surtensions atmosphériques**
- Nécessité de parafoudres DC ?
 - Installation sans paratonnerre
 - Détermination du niveau de foudroiemment sur la carte (Ng).

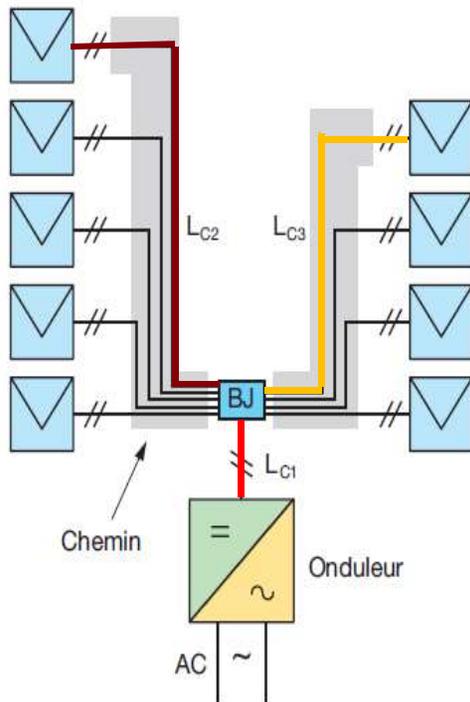


Type d'installation	Locaux d'habitation individuelle	Centrale de production au sol	Bâtiments Tertiaires/Industriels/Agricoles
L_{crit} (en m)	$115/N_g$	$200/N_g$	$450/N_g$
$L \geq L_{crit}$	Parafoudre(s) obligatoire(s) côté d.c. ⁽¹⁾		
$L < L_{crit}$	Parafoudre(s) non obligatoire(s) côté d.c. ⁽²⁾		
<p>⁽¹⁾ La mise en œuvre de parafoudres peut ne pas être indispensable dans le cas où tous les câbles d.c. sont protégés par des enveloppes métalliques assurant un écran réduisant les effets électromagnétiques.</p> <p>⁽²⁾ L'utilisation de parafoudres peut également être nécessaire pour la protection d'installations photovoltaïques dont le coût et l'indisponibilité peuvent être critiques.</p>			

• Protection contre les surtensions atmosphériques

$$L = L_{c1} + L_{c2} + L_{c3}$$

En cas de plusieurs onduleurs, la longueur à considérer est la somme de toutes les longueurs L par onduleur



Type d'installation	Locaux d'habitation individuelle	Centrale de production au sol	Bâtiments Tertiaires/ Industriels/Agricoles
Lcrit (en m)	115/Ng	200/Ng	450/Ng
L ≥ Lcrit	Parafoudre(s) obligatoire(s) côté DC ⁽²⁾		
L < Lcrit	Parafoudre(s) non obligatoire(s) côté DC ⁽¹⁾		

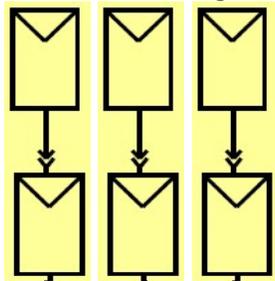
Note 1 : L'utilisation de parafoudres peut également être nécessaire pour la protection d'installations photovoltaïques dont le coût et l'indisponibilité peuvent être critiques.

Note 2 : La mise en œuvre de parafoudres peut ne pas être indispensable dans le cas où tous les câbles DC sont protégés par des enveloppes métalliques assurant un écran réduisant les effets électro magnétiques.

- Exemple: Ng (Ng = Nk/10) = 4 (Sud-Est de la France) Lcrit = 115/4 = 28,75 m si locaux d'habitation individuel
- Parafoudres DC obligatoires si L ≥ 28,75 m

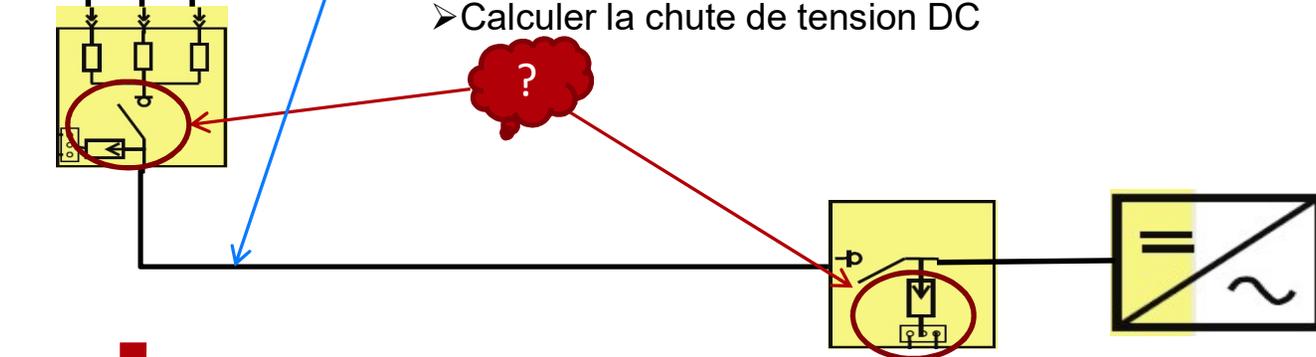
Voir fiche
TP

TP protection contre les surtensions partie DC



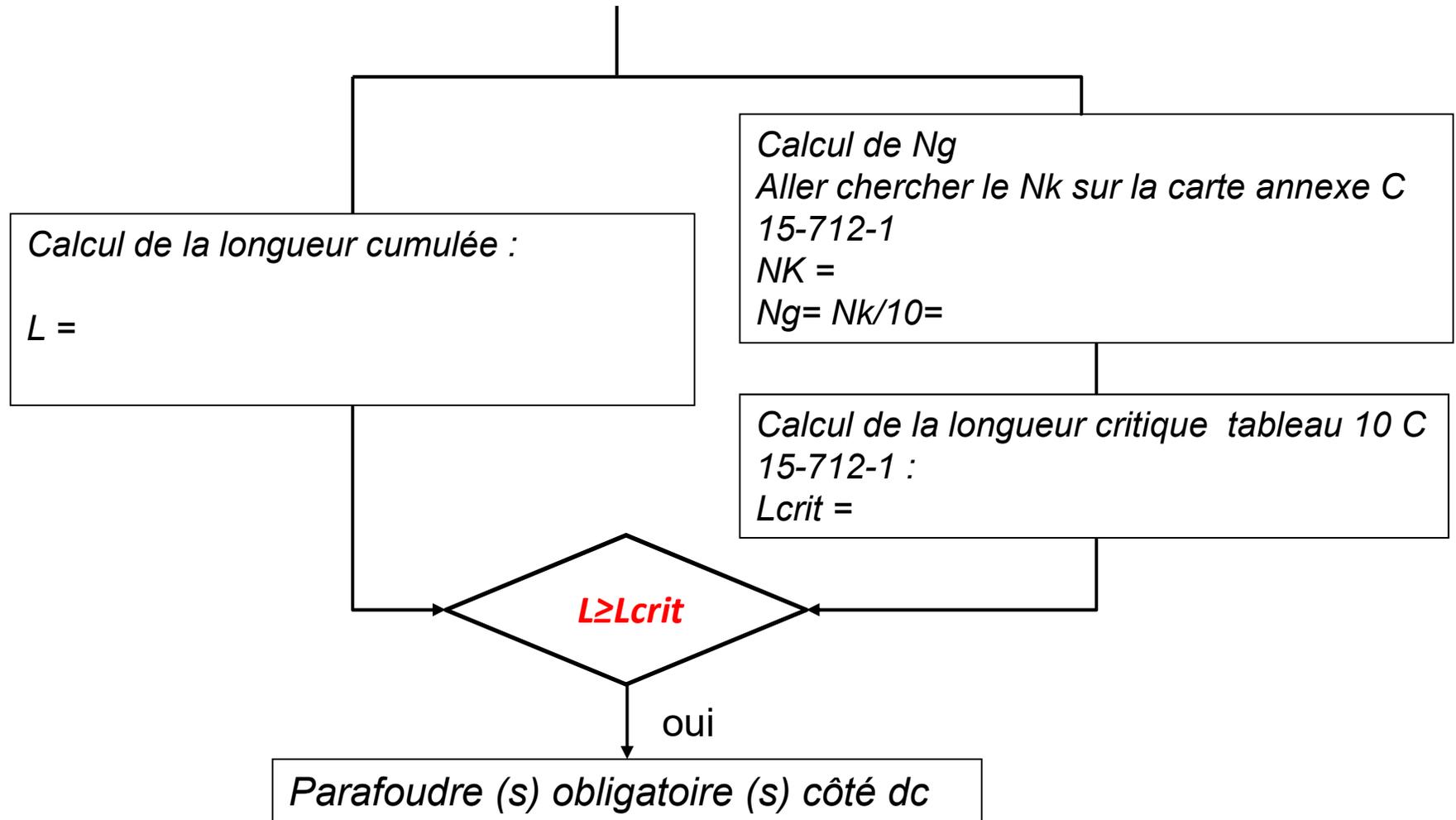
- ❑ Caractéristique du générateur: 6600 Wc
- ❑ Module: 30 modules (10x3)
- ❑ Lieu : à préciser sans paratonnerre
- Longueurs:
 - ❖ Chaines 1 = 15m entre la boîte de jonction au point le plus éloigné des modules
 - ❖ Chaines 2 = 10m
 - ❖ Chaines 3 = 16m
 - ❖ La chaines N° 3 empreinte un chemin différent de celui de la chaîne N°1 et N°2
 - ❖ Liaison principale PV = 25 m (boîte de jonction groupe jusqu'à entrée onduleur)

- ❑ Travail demandé:
 - Justifier la nécessité de la présence de parafoudre sur la partie DC (obligatoire et recommandé)
 - Déterminer les caractéristiques des parafoudres (référence constructeur)
 - Calculer la chute de tension DC



Afficher la fiche
TP

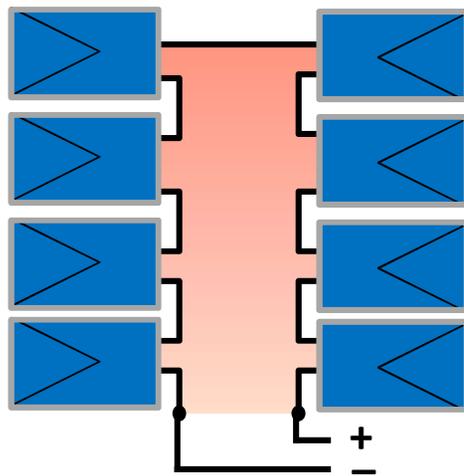
☐ Guide de choix



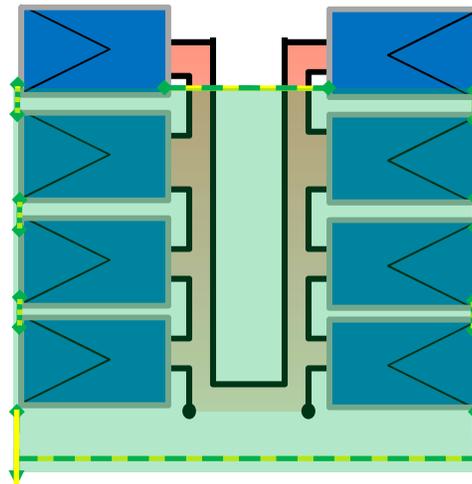
- **Protection contre les surtensions atmosphériques**

Mise en œuvre du câblage DC

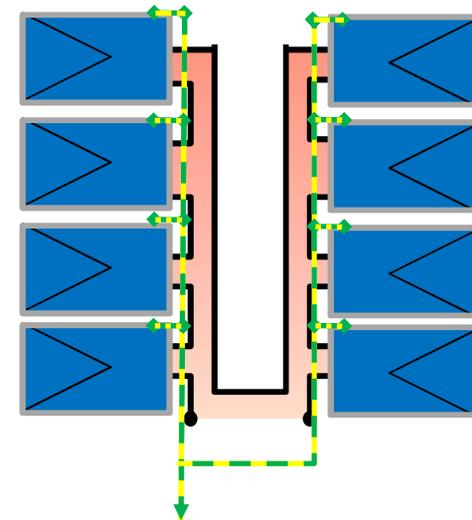
Pour limiter les tensions induites dues à la foudre, les surfaces de boucles doit être aussi faible que possible



Mauvais câblage
(entre polarités)



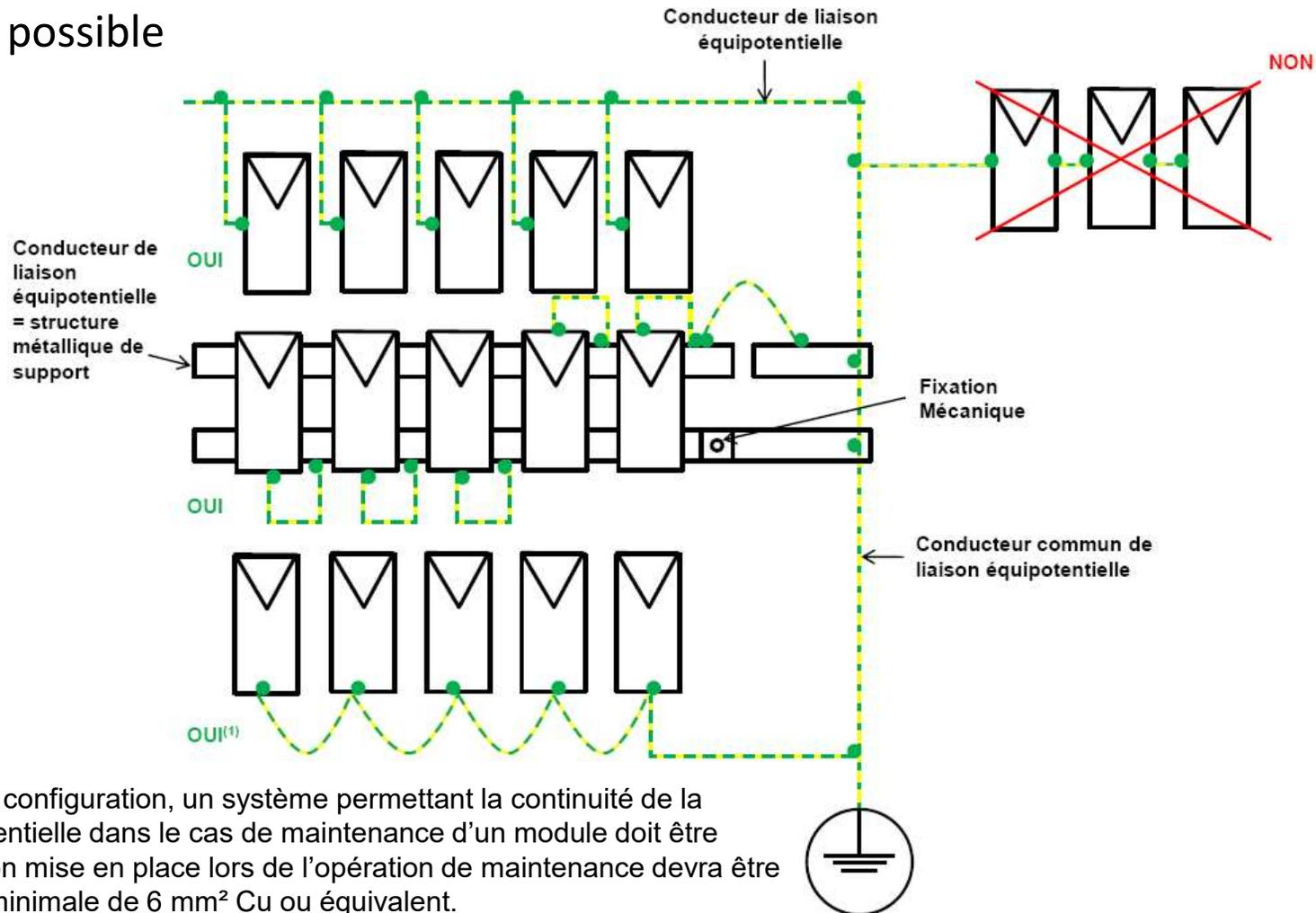
Mauvais câblage
(entre polarités et masse)



Bon câblage

● Protection contre les surtensions atmosphériques

Câblage possible

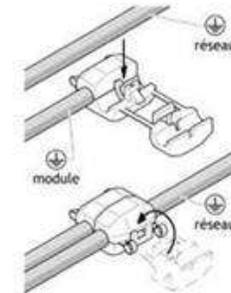


1) : Dans cette configuration, un système permettant la continuité de la liaison équipotentielle dans le cas de maintenance d'un module doit être prévu. La liaison mise en place lors de l'opération de maintenance devra être d'une section minimale de 6 mm² Cu ou équivalent.

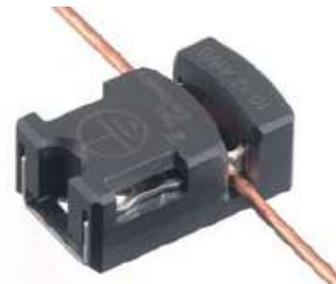
- **Protection contre les surtensions atmosphériques**

Mise à la terre des masses

Les câbles DC et le conducteur d'équipotentialité doivent cheminer jointivement
Le contact entre la partie métallique et le dispositif de connexion doit éviter tout couple électrolytique, ou être de matériau tel que le couple électrolytique est inférieur ou égal à **0,30 V** comme rappelé dans l'annexe 1. Exemple : cosse cuivre étamé sur aluminium, rondelle bi-métal cuivre-aluminium, inox-aluminium...



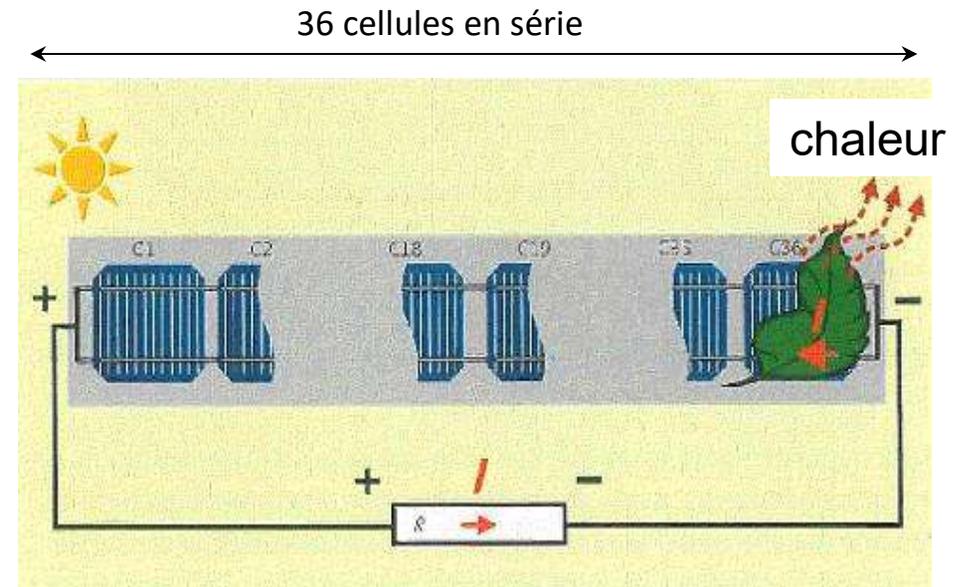
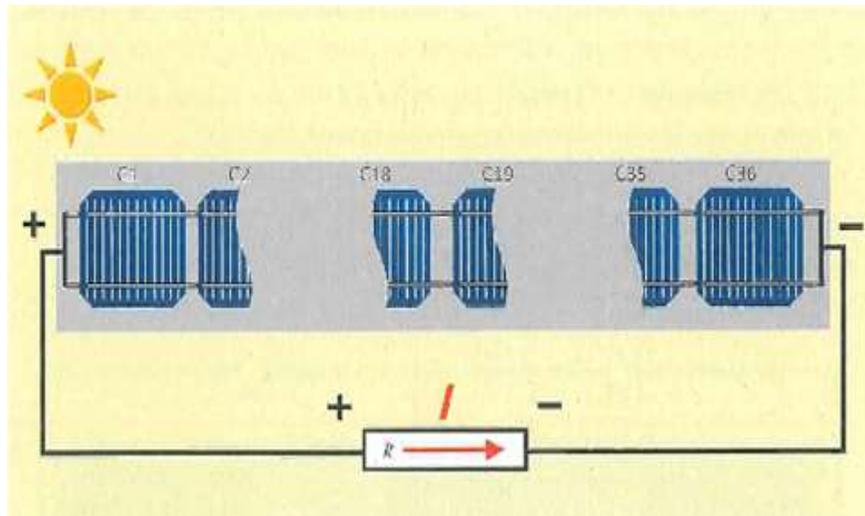
Rondelle bimétal



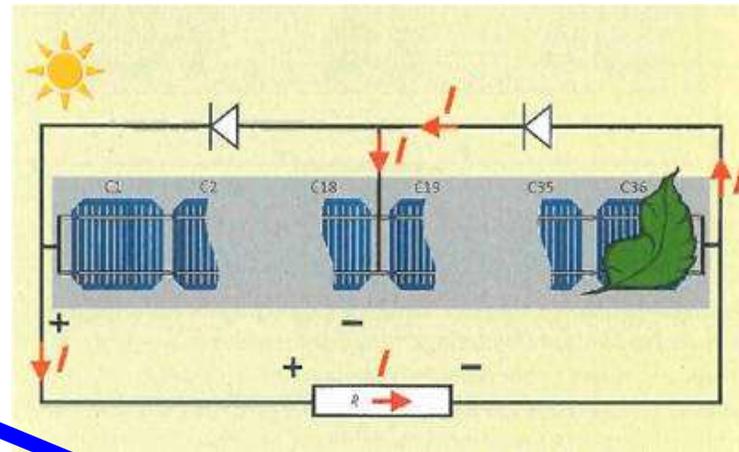
- Protection des cellules soumises à l'ombrage



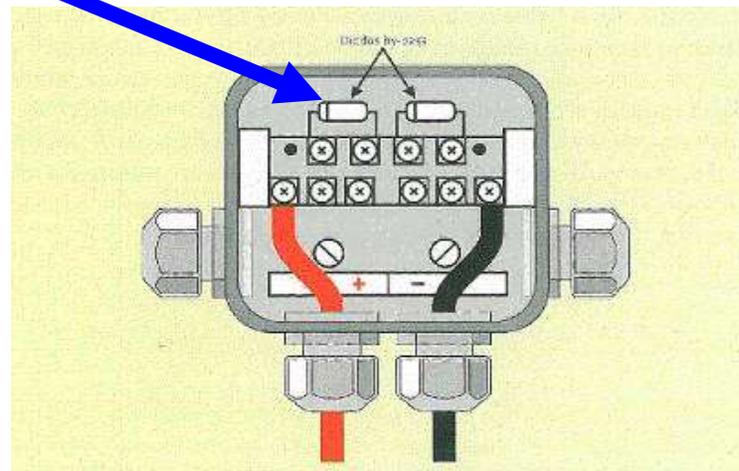
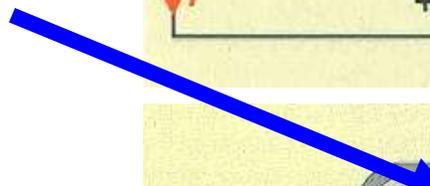
- **Protection des cellules soumises à l'ombrage**
- A l'ombre, une cellule PV se comporte comme un récepteur
- Si une cellule ombragée est raccordée en série à d'autres cellules éclairées, elle dissipe leur énergie sous forme de chaleur
- Au-delà de quelques cellules, la cellule réceptrice peut chauffer → hot spot (point chaud, destruction module)



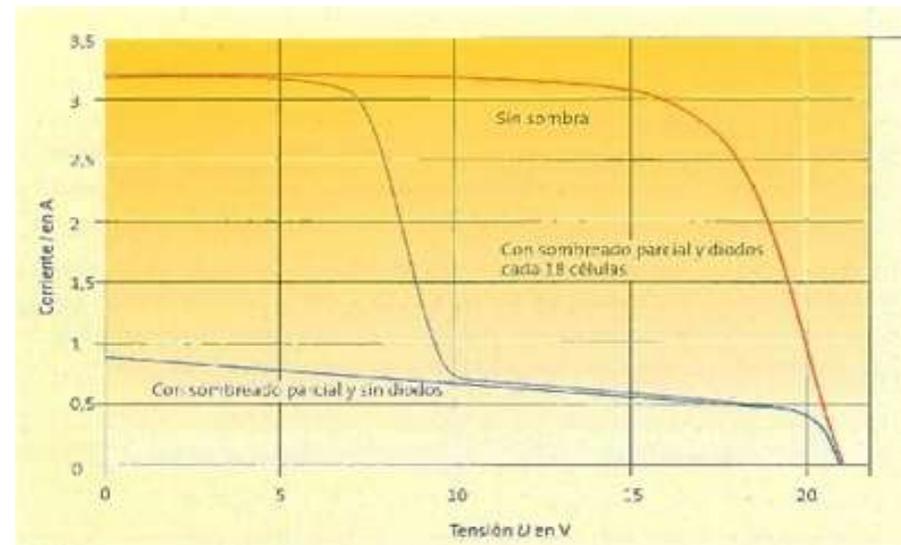
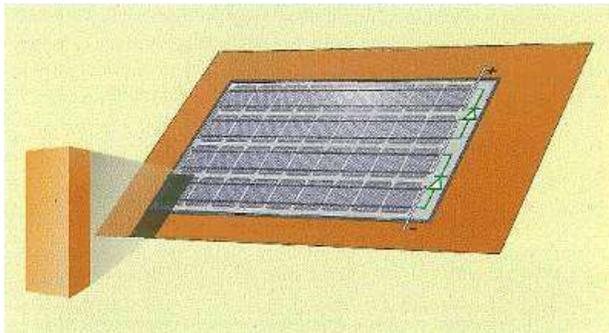
- Protection par les diodes by pass intégrées



diodes by-pass



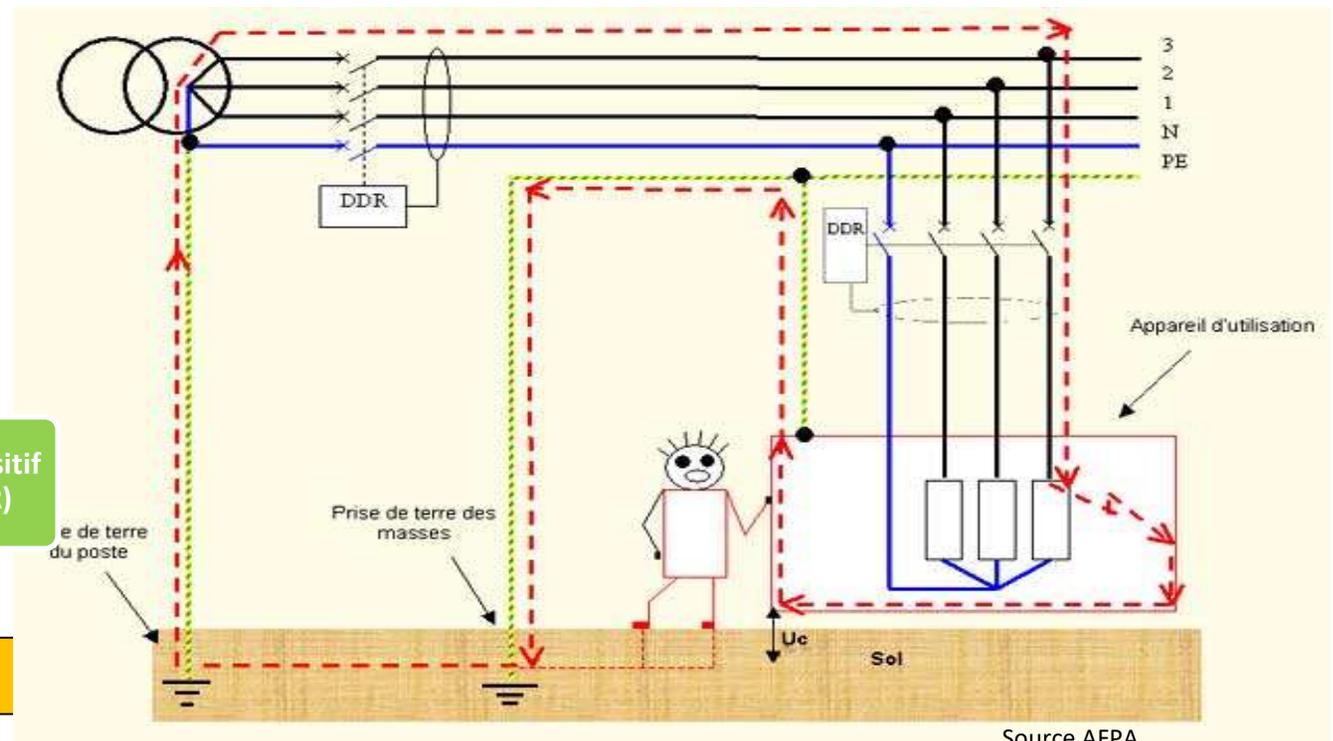
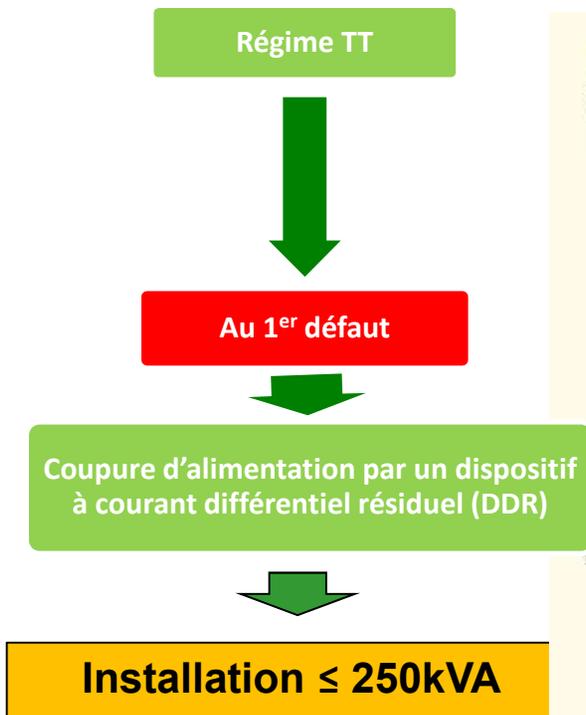
- **Effet d'une ombre sur la puissance délivrée**
- Une seule cellule ombragée (totalement) affecte fortement la puissance du module (effet de montée en température de la diode by-pass)
- L'ensemble de la chaîne de modules et du champ PV est affecté par l'ombrage sur une seule cellule!



■ Protection des personnes et des intervenants :

- Contre les chocs électrique, risques de contacts

En France pour les installations inférieure à 250KVA (*) d'une manière générale, le schéma de liaison à la terre est de type TT



Partie courant alternatif

- Les protections différentielles ne peuvent fonctionner que si la prise de terre est conforme.

Valeur maximale de la prise de terre des masses (ohms)	Courant maximal du différentiel-résiduel assigné du dispositif DDR (AGCP)
100	500 mA
167	300 mA *

- Avant de réaliser une installation photovoltaïque il est indispensable de vérifier la valeur de la prise de terre. Cette vérification peut être réalisée avec un « contrôleur mesureur de terre et de continuité ».

* Zone particulière ne pouvant pas atteindre les 100 Ω et nécessitant une dérogation



- **Mise à la terre des masses et éléments conducteurs**

L'ensemble des masses coté AC doit être relié à la terre par un conducteur de protection conformément au paragraphe 411.3.1.2 et à la partie 5-54 de la NF C 15-100.



Rappel NFC 15-100:

Si $0 < S_{ph} \leq 16^2$ alors $S_{pe} = S_{ph}$ (cas général en résidentiel)

Si $16^2 < S_{ph} \leq 35^2$ alors $S_{pe} = 16^2$

Si $S_{ph} > 35^2$ alors $S_{pe} \geq S_{ph}/2$

- **Mise à la terre des masses et éléments conducteurs**
- Onduleur:



« La masse de l'onduleur doit être reliée à la liaison équipotentielle par un conducteur de section minimale égale à 6 mm² Cu ou équivalent, et au conducteur de protection de la partie AC. »

- **Protection contre les chocs électriques (contact direct)**

« Les armoires ou coffrets contenant des parties actives accessibles doivent pouvoir être fermés soit au moyen d'une clef, soit au moyen d'un outil, à moins qu'ils ne soient situés dans un local où seules des personnes averties ou qualifiées peuvent avoir accès. »

« Lorsque les coffrets ou armoires ne sont pas situés dans un local où seules des personnes averties ou qualifiées peuvent avoir accès, **c'est le cas sur une installation résidentielle**, une protection contre les contacts directs doit être assurée lorsqu'une porte d'accès est ouverte **(ou inexistante en résidentiel)** en utilisant du matériel possédant par construction ou par installation, au moins le degré de protection IP2X ou IPXXB. »

- Protection contre les chocs électriques (contact indirect)

Cas le plus fréquent:

Côté d.c.		Schéma de principe	Côté a.c.		
U_{dc}	Principe de protection contre les contacts indirects		Principe de protection contre les contacts indirects	Remarques	
>120 V	Classe II		<p>En schéma TN ou IT : 411.3.2 NF C 15-100</p> <p>En schéma TT : DDR type a.c. ou A</p> <p>dans les locaux d'habitation : un DDR 30 mA à immunité renforcée</p>	<p>Les mesures de protection sont identiques que l'onduleur soit avec ou sans séparation galvanique</p>	
Symboles utilisés :					
	Modules PV		Onduleur avec séparation galvanique		Onduleur sans séparation galvanique

Partie courant alternatif (Autre cas)

- Protection contre les chocs électriques (contact indirect)

Cas moins fréquents :

U_{dc}	Côté d.c.		Schéma de principe	Côté a.c.		Remarques
		Principe de protection contre les contacts indirects			Principe de protection contre les contacts indirects	
≤ 120 V		TBTS			<p>En schéma TN ou IT : 411.3.2 NF C 15-100</p> <p>En schéma TT : DDR type a.c. ou A</p> <p>dans les locaux d'habitation : un DDR 30 mA à immunité renforcée</p>	<p>La séparation galvanique entre le réseau d.c. et le réseau a.c. doit être assurée par un transformateur de sécurité ou un convertisseur de sécurité.</p>
≤ 120 V		TBTP				
> 120 V		Classe II			<p>En schéma TN ou IT : 411.3.2 NF C 15-100</p> <p>En schéma TT : DDR type a.c.</p> <p>dans les locaux d'habitation : un DDR 30 mA à immunité renforcée</p>	<p>La mise à la terre coté d.c. est une mise à la terre fonctionnelle.</p> <p>Dans ce cas le suivi du niveau d'isolement intégré aux onduleurs conformes à la prénorme DIN VDE 0126-1-1 doit être adapté.</p>

- **Protection contre les surtensions atmosphériques**

Choix et mise en œuvre des parafoudres AC (selon guide UTE C15-443)

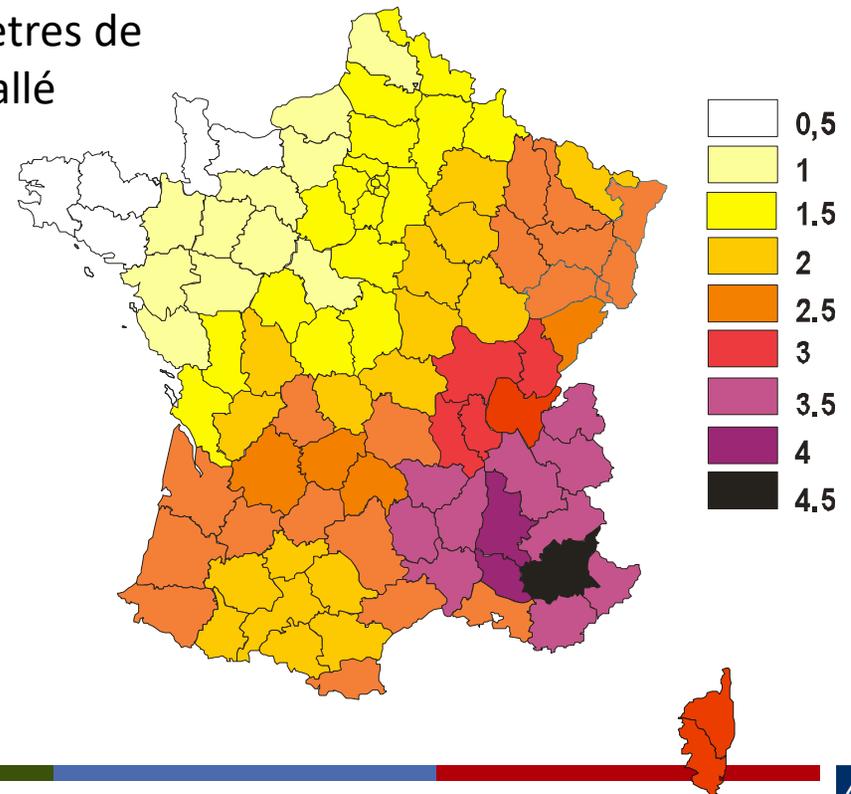
Présence parafoudre coté AC

Obligatoire en présence de paratonnerre

Si Intensité de foudroiement (N_g) > 2,5 ($N_g = N_k/10$)

Lorsque ce parafoudre est situe a plus de 10 mètres de l'onduleur un second parafoudre doit être installé

à proximité de celui-ci.



• Nécessité de parafoudre AC (article 443 de la norme NFC 15-100) ?

Caractéristiques et alimentation du bâtiment	Densité de foudroiement (N_g) Niveau céramique (N_k)	
	$N_g \leq 2,5$ $N_k \leq 25$ (AQ1)	$N_g > 2,5$ $N_k > 25$ (AQ2)
Bâtiment équipé d'un paratonnerre	Obligatoire ⁽²⁾	Obligatoire ⁽²⁾
Alimentation BT par une ligne entièrement ou partiellement aérienne ⁽³⁾	Non obligatoire ⁽⁴⁾	Obligatoire ⁽⁵⁾
Alimentation BT par une ligne entièrement souterraine	Non obligatoire ⁽⁴⁾	Non obligatoire ⁽⁴⁾
L'indisponibilité de l'installation et/ou des matériels concerne la sécurité des personnes ⁽¹⁾	Selon analyse du risque	Obligatoire

⁽¹⁾ c'est le cas par exemple :

- de certaines installations où une médicalisation à domicile est présente ;
- d'installations comportant des Systèmes de Sécurité Incendie, d'alarmes techniques, d'alarmes sociales, etc.

⁽²⁾ Dans le cas des bâtiments intégrant le poste de transformation, si la prise de terre du neutre du transformateur est confondue avec la prise de terre des masses interconnectée à la prise de terre du paratonnerre (voir annexe G), la mise en œuvre de parafoudres n'est pas obligatoire. Dans le cas d'immeubles équipés de paratonnerre et comportant plusieurs installations privatives, le parafoudre de type 1 ne pouvant être mis en œuvre à l'origine de l'installation est remplacé par des parafoudres de type 2 ($I_n \geq 5$ kA) placés à l'origine de chacune des installations privatives (voir annexe G).

⁽³⁾ Les lignes aériennes constituées de conducteurs isolés avec écran métallique relié à la terre sont à considérer comme équivalentes à des câbles souterrains.

⁽⁴⁾ L'utilisation de parafoudre peut également être nécessaire pour la protection de matériels électriques ou électroniques dont le coût et l'indisponibilité peuvent être critique dans l'installation comme indiqué par l'analyse du risque.

⁽⁵⁾ Toutefois, l'absence d'un parafoudre est admise si elle est justifiée par l'analyse du risque définie en 6.2.2.

- **Choix et mise en œuvre des matériels**

Dans le cas d'une habitation neuve, un emplacement toute hauteur d'au minimum 700 mm de large, accessible en partie frontale, et ne comportant pas de poutraison en sa partie supérieure doit être prévue à partir du flanc droit ou gauche de la GTL, et ce afin d'y implanter la GTL production PV.

La GTL production doit au moins contenir les équipements suivants :

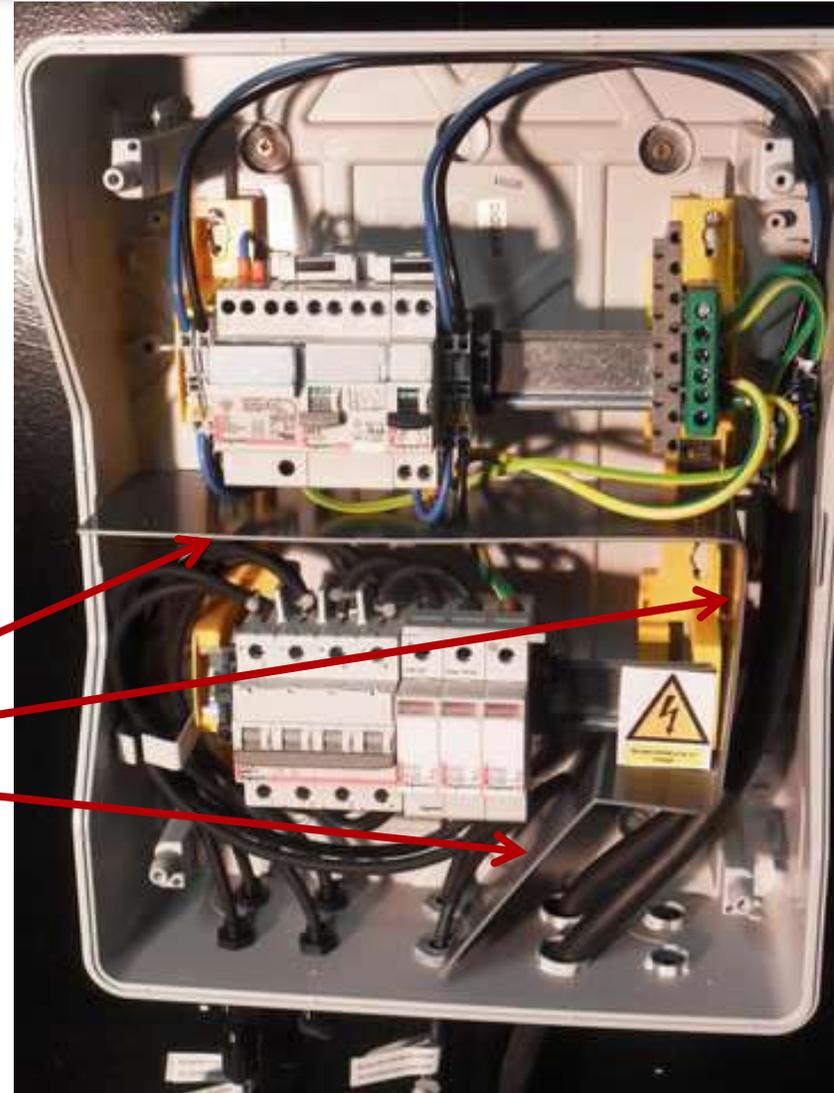
- les panneaux de contrôle (AGCP et comptage production) s'ils sont placés à l'intérieur du logement ;
- les coffrets AC et DC lorsque l'onduleur est intégré dans la GTL ou situé à proximité. Les AGCP production et consommation doivent être à proximité l'un de l'autre.

Dans le cas d'une habitation existante, les matériels de l'installation photovoltaïque peuvent ne pas être installés dans la GTL.

Note : Si l'onduleur n'est pas installé à proximité de la GTL PV, le coffret de protection DC doit être installé au voisinage de l'onduleur et non dans la GTL PV.

- **Choix et mise en œuvre des matériels**
- Les parties courant continu et courant alternatif de l'installation peuvent cohabiter dans un même tableau, s'il existe une séparation physique entre ces deux parties.

Plastron de séparation



- **Protection contre les surintensités**
 - Raccordement DB (disjoncteur de branchement)
 - § 8.2.1 Dans le cas d'une installation raccordée au réseau par un branchement a puissance limitée, la section minimale des conducteurs raccordes aux bornes aval de l'AGCP est de 10 mm² Cu.

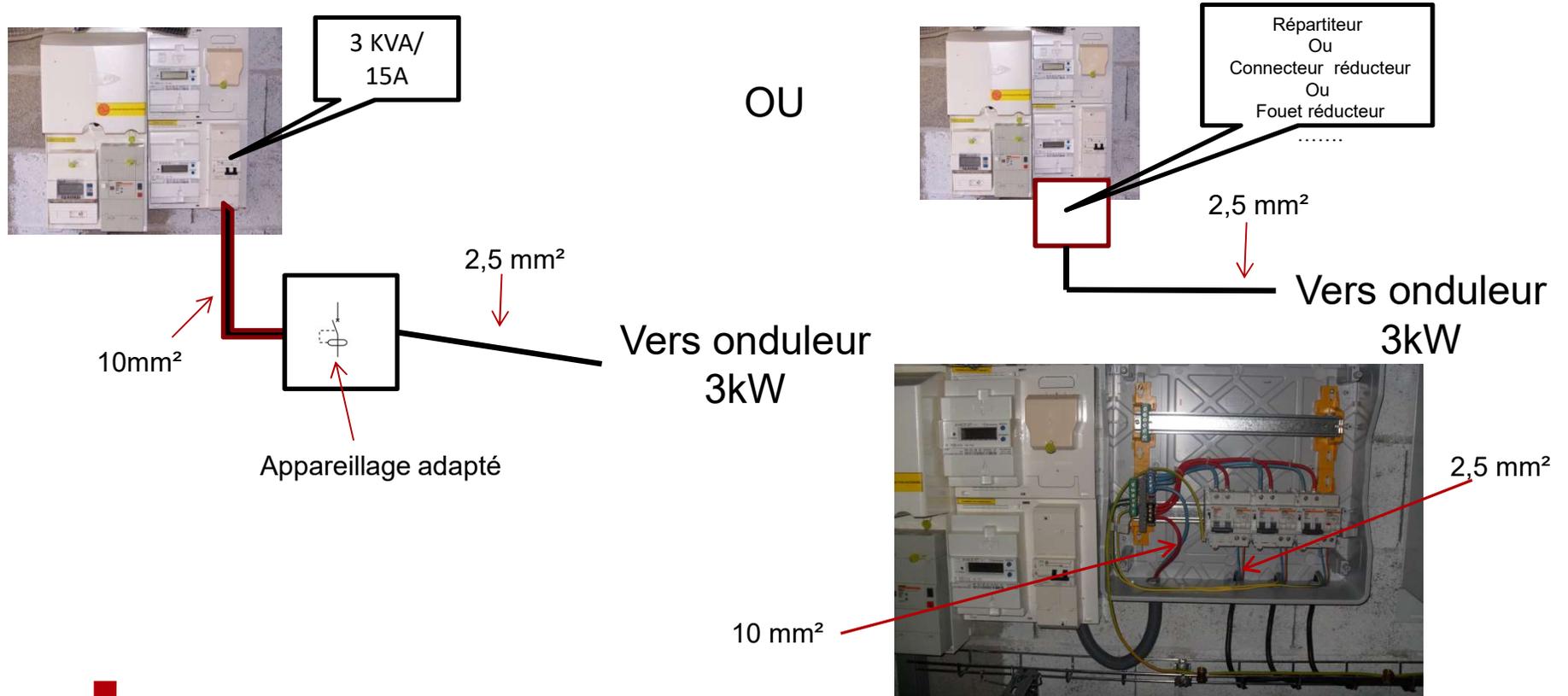


Section de raccordement
bornes aval DB 15-45 Mono
10mm² minimum

Liaison AC

- **Protection contre les surintensités**

- Raccordement DB plusieurs possibilités pour nécessité technique ou économique :



- **Protection contre les surintensités**
 - Protection contre les surcharges :

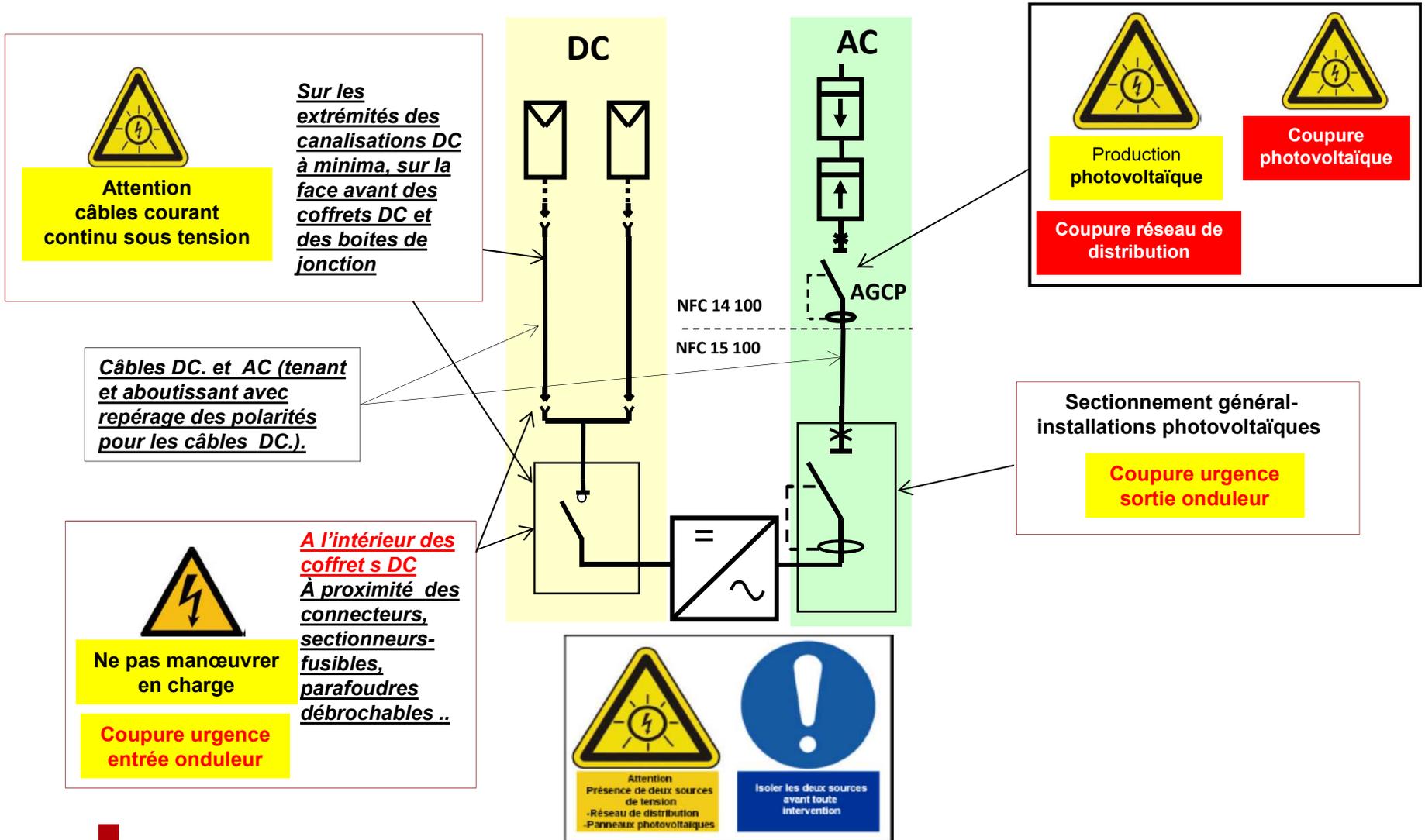
Prendre en compte le courant d'emploi donné par le fabricant de l'onduleur ou à défaut 1,1 fois son courant nominal.

Attention à l'environnement du dispositif notamment, Une température ambiante élevée

- **Chute de tension (partie AC)**

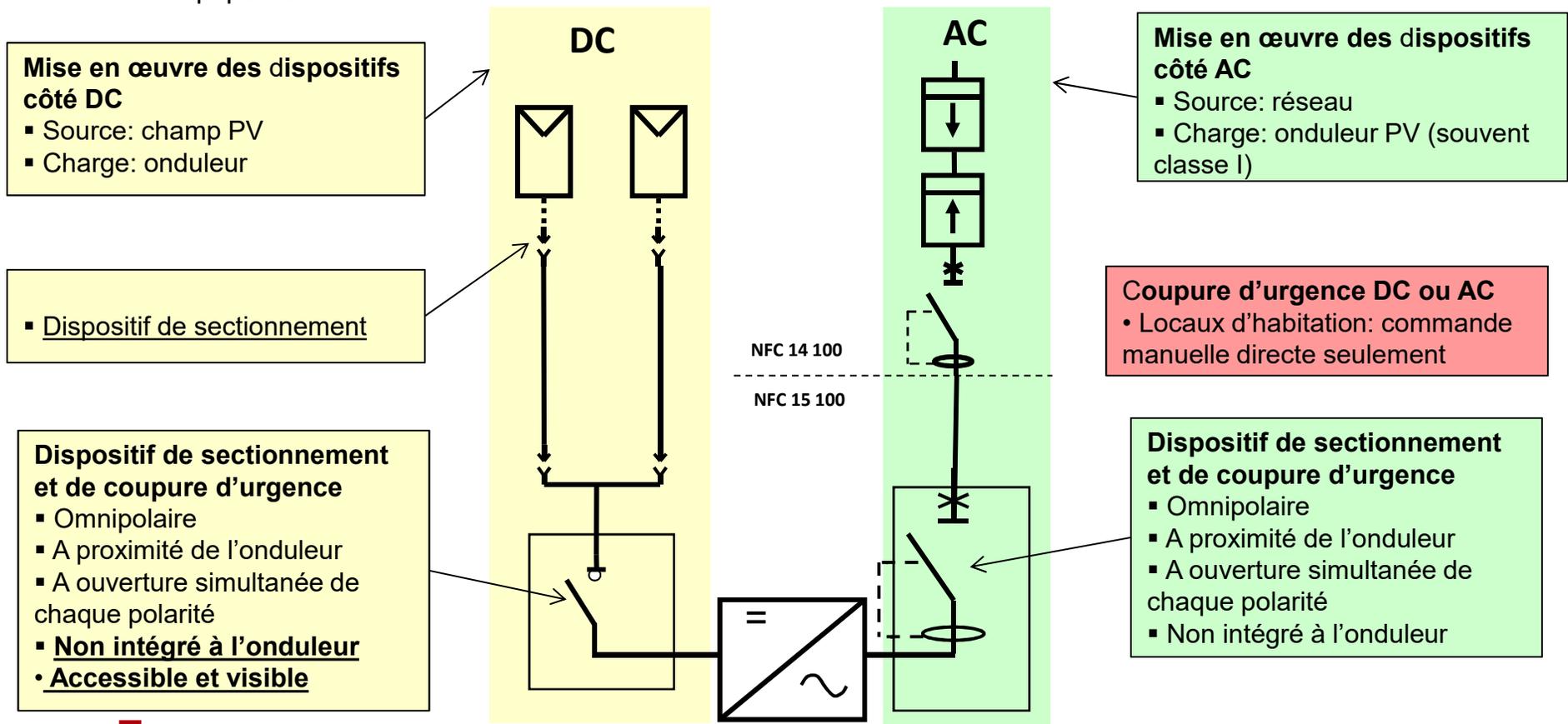
ΔU max 3% recommandé 1 % (UTE 15-712-1 chap 11.3)

Signalisation et étiquetage



Protection des intervenants (installateurs et exploitants)

- En situation de travail
 - Principe : dispositions pour travailler sans présence de tension
 - Mise en œuvre de dispositifs de sectionnement et de coupure en amont et/ou aval de chaque équipement



Protection des intervenants (installateurs et exploitants)

■ Dispositifs de coupure d'urgence (généralités suite)

Les commandes des dispositifs de coupure d'urgence côté DC et côté AC doivent être facilement reconnaissables et rapidement accessibles.

**Coupure urgence
continu onduleur**

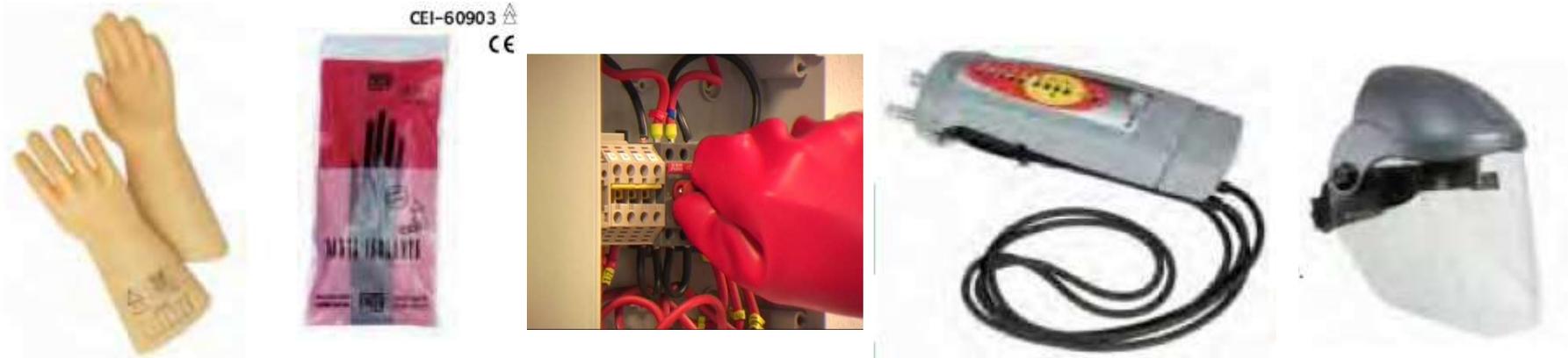
**Coupure urgence
alternatif onduleur**

Les dispositifs de coupure d'urgence ne doivent pas être intégrés à l'onduleur.



Protection des intervenants (installateurs et exploitants)

- En situation d'intervention
 - Respect des procédures d'installation
 - Utilisation d'équipements de protection individuelle (gants isolants, écran facial,...)
 - Utilisation de matériel de sécurité (outils isolants, vérificateur absence de tension, banderoles de signalisation,...)



DISPOSITION DE SÉCURITÉ LORS DES INTERVENTIONS

■ Pose des modules PV

- La pose de modules PV en toiture exige des compétences de travaux en hauteur (cf code du travail « risques liés au travail en hauteur »)
- En cas d'intégration en toiture, les compétences de couvreur sont nécessaires pour assurer la pérennité des installations

■ Câblage

- Seuls des électriciens formés et habilités peuvent intervenir sur l'installation et/ou la maintenance d'installations PVR

■ Chutes

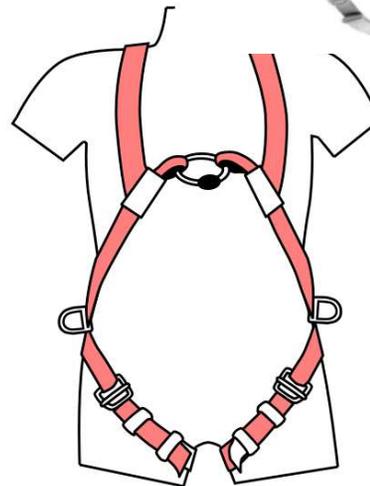
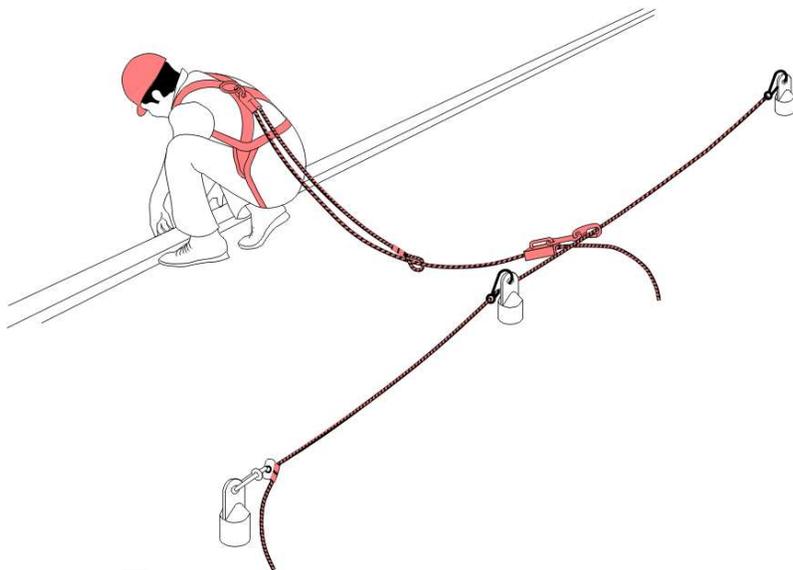
- Toiture à plusieurs mètres ou dizaines de mètres de hauteur
- Risque de chute des installateurs, exploitants,... ou objets (modules PV, outils,...)



- Mesures de sécurité
 - Utilisation prioritaire de matériel de protection collective (échafaudage, garde-corps, ...)



- Si les protections collectives ne sont pas possibles: obligation d'utiliser des équipements de protection individuelle (E.P.I.)
 - Harnais de sécurité
 - Longe (avec ou sans absorbeur)
 - Casque



Mesures générales de sécurité: qualification des intervenants

- Au niveau des installateurs couvreurs
 - Justification d'une expérience minimum pour la mise en œuvre d'installations photovoltaïques en conditions similaires
 - Habilitation électrique BP
 - Information sur le photovoltaïque raccordé réseau et ses dangers (électricité, câblage des modules)
 - Formation pour des travaux en hauteur
- Au niveau des installateurs électriciens
 - Personnes justifiant d'une expérience minimum pour la mise en œuvre d'installations photovoltaïques en conditions similaires
 - Personnes qualifiées disposant d'une habilitation électrique BR ou B2T selon le type d'installations PV
 - Personnes ayant reçu une formation au photovoltaïque couplé réseau et traitant particulièrement ses spécificités en terme de protection des personnes et des biens.

