

Liste des travaux effectués selon OIBT art.14, protocole de mesures

Notice explicative de la liste des travaux effectués selon OIBT art.14 / protocole de mesures

0 Généralités		La liste des travaux / protocole de mesure sert de preuve de conformité "sécuritaire" à l'installation PV (protection des personnes et des choses). Le PMES - protocole de mise en service sert quand à lui de preuve de conformité "technique" à l'installation PV (essais de fonctionnement et de caractéristiques d'installation).
		La liste des travaux / protocole de mesure doit être rempli pour chaque installation. Seul le porteur d'une autorisation d'installer générale (N° I -) ou d'une autorisation limitée d'installer (N°SOB - Ou N°BEB -) peut remplir ce document. Lors de contrôle de réception ou de contrôle périodique, seul le porteur d'une autorisation de contrôler (N°K -) est autorisé à remplir ce document
Examen visuel		Un examen visuel doit précéder les essais. L'examen visuel se trouve sur le document de la série Go "liste de contrôle de terrain"
Tension système		Informations quand à la tension maximale du système: celle-ci est fonction de la conception des chaînes / panneaux, de la tension de circuit ouvert (U_{OC}) des modules et d'un multiplicateur pour tenir compte des variations de température et d'éclairement.
Tension assignée des matériels		La tension assignée des matériel U_{nom} ou U_a doit correspondre au moins à la tension maximal du générateur PV (par exemple la tension des modules, tension d'entrée de l'onduleur). La tension maximal du générateur se calcule comme suit: $U_{G MAX} = U_{G OC STC} * \text{nbr de modules par chaîne} * \text{facteur de correction pour basses } T^\circ$ (1.15 si < 800m altitude; 1.20 entre 800 et 1500m; 1.25 si > 1500m d'altitude) . Cette valeur doit toujours être > que la tension système
Courant maximal		Informations quand au courant maximal de défaut du système: celui-ci est fonction de la conception des chaînes / panneaux, du courant de court-circuit (I_{SC}) des modules et d'un multiplicateur pour tenir compte des variations de température et d'éclairement.
Courant assigné des matériels		Les composants DC doivent être de caractéristiques aptes à supporter un service continu en courant continu DC. Leur valeur assignée de courant sera au minimum $I_{SC STC} * 1.25$ du lieu de leur installation (attention aux valeurs de court-circuit)
Essais côté alternatif		Les essais côté alternatif doivent être réalisés selon les procédures de contrôle du chapitre 6 de la NIBT. Ces mesures peuvent être protocolées sur la première page de la liste des travaux / protocole de mesure, ou sur des documents annexes (par exemple PM Elektroform) <i>Dans l'éventualité d'un essai indiquant une non-conformité aux exigences, cet essai ainsi que tout essai précédent susceptible d'avoir été influencé par le défaut doivent être répétés.</i>
Essais côté continu		Les essais côté continu comprennent notamment: la continuité des conducteurs de protection, liaisons équipotentielles et des paratonnerres; les essais de polarité; les essais de tension en circuit ouvert de chaîne; les essais de courant de court-circuit de chaîne; les essais de déclenchement; les essais de résistance d'isolement des circuits. Les techniques de mesure côté DC se différencient quelque peu des essais côté AC. Ces essais sont à protocoler sur la deuxième page de la "liste des travaux / protocole de mesure" <i>Dans l'éventualité d'un essai indiquant une non-conformité aux exigences, cet essai ainsi que tout essai précédent susceptible d'avoir été influencé par le défaut doivent être répétés.</i>
Parasurtensions		En cas de coup de foudre direct, les parasurtensions "d'introduction" dans le bâtiment côté DC ou AC doivent être du type I. En cas de coup de foudre indirect ou de protection paratonnerre par la sphère fictive ou l'angle de protection, les parasurtensions "d'introduction" côté DC peuvent être du type II. De part et d'autre (côté DC et AC) de l'onduleur se trouvent des parasurtensions de type II, sauf si l'introduction AC ne comporte pas de parasurtensions (dans ce cas les parasurtensions côté AC de l'onduleur sont soit combinés type I et II, soit de type I. On peut se passer de parasurtensions directement à l'introduction dans le bâtiment côté DC si la distance panneaux - onduleur est < que 10m et si aucun étage n'est traversé (uniquement pose d'un parasurtension aux bornes DC de l'onduleur). <i>La réalisation de l'installation des parasurtensions requiert une étude approfondie afin de garantir la coordination entre les protections ainsi que pour minimiser les impacts des interférences électromagnétiques.</i>
1 Modules	(a)	I_{RM} modules: Les modules PV doivent être conformes aux normes de la série IEC 61730 --> déclaration du fabricant Valeur du courant inverse maximal des modules --> va servir de base au calcul du courant assigné des dispositif de protection contre les surintensités
2 Type de câbles		Indiquez le type de canalisations équipant les modules; ainsi que leurs sections La section doit être vérifiée selon le courant admissible dans le câble qui doit être de $1,25 * I_{SC STC}$ du module
3 Chaînes	(b)	$I_{SC STC}$ C'est le courant de court-circuit d'un module, d'une chaîne, d'un groupe ou d'un générateur en conditions d'essais normalisés. Deux méthode de mesures sont possibles sur le terrain: 1) essai de court-circuit, 2) essais opérationnels; mais l'essai de court-circuit est préférable puisqu'il exclut toute influence de l'onduleur.

			<p>Attention ! L'établissement ou l'interruption des courants de court-circuit est potentiellement dangereux et il convient donc de suivre une méthode adaptée</p> <p>Méthode de mesure: <i>Essais de court-circuit (valeur réelle)</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) isoler chaque chaîne les unes des autres 2) ouvrir / sectionner tous les dispositifs de coupure et moyens de déconnexion 3) court-circuiter temporairement les câbles de chaîne au moyen d'un dispositif avec caractéristiques assignées supérieures à la valeur I_{CC} et U_{OC} au point de mesure (par ex. avec une "boite d'essai d'interrupteurs ou disjoncteurs de court-circuit") 4) mesurer le courant de court-circuit en utilisant une pince ampèremétrique ou un ampèremètre en série dans la ligne 5) effectuer le processus inverse afin de remettre en état l'installation <p>Méthode de mesure: <i>Essais opérationnels (valeur approximative)</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) le système est en mode de fonctionnement normal 2) mesurer le courant de chaque chaîne PV en utilisant une pince ampèremétrique placée autour du câble de la chaîne 3) comparer les valeurs (en conditions stables !) des différentes chaînes et si le système n'a qu'une chaîne, avec les valeurs attendues 4) la différence de valeurs de comparaison ne devrait pas dépasser 5% <p>Est la tension maximale à vide de la chaîne. La mesurer en circuit ouvert avant la fermeture de tout interrupteur ou dispositif de protection. Il est nécessaire de comparer les valeurs mesurées avec la valeur attendue. La comparaison est destinée à vérifier que l'installation est correcte, et non pas à mesurer la performance du module ou du panneau (voir tension système ci-dessus). Sous conditions stables, la différence de comparaison entre les chaînes ne devrait pas dépasser 5 %</p> <p><i>Des tensions inférieures aux valeurs attendues peuvent indiquer qu'au moins un module est connecté à la mauvaise polarité, ou la présence de défauts d'isolement, ou des dommages dus à une accumulation d'eau dans les conduits ou les boîtes de jonction.</i></p>
Protection de chaîne	(d)		Indiquez le type de coupe-surintensité apte à protéger les canalisations de chaîne ($U_{nom DC} / I_{nom DC}$)
Résistance d'isolement	(e)	R_{ISO}	<p>Attention ! La réalisation de cet essai présente un risque de choc électrique. Les mesures de sécurité suivantes doivent être respectées:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) limiter l'accès à la zone de travail 2) ne pas toucher et prendre des mesures pour empêcher toute personne de toucher toute surface métallique avec une partie quelconque du corps lors de la mesure 3) ne pas toucher et prendre des mesures pour empêcher toute personne de toucher l'arrière du module, les bornes du module avec une partie quelconque du corps lors de la mesure 4) l'appareillage d'essai doit avoir une capacité de décharge automatique 5) il convient de porter les EPI
Tension d'essai selon $U_{OC} STC * 1.25$ Valeurs minimales $U_{OC} STC * 1.25 < 120VDC = 250V / \text{min } 0.5M\Omega$ $U_{OC} STC * 1.25 > 120 < 500 = 500V / \text{min } 1M\Omega$ $U_{OC} STC * 1.25 > 500VDC = 1000V / \text{min } 1M\Omega$		R_{ISO}	<p>Méthode de mesure:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) rendre les connexions d'essai sûres et répéter l'essai pour chaque panneau PV au minimum 2a) soit effectuer une mesure entre le pôle négatif et la terre, puis entre le pôle positif et la terre 2b) ou alors effectuer une mesure entre les pôles positifs et négatifs court-circuités (de manière sûre) et la terre 3) pour les modules de classe II surisolés, lorsque le bâti du panneau n'est pas relié à terre, effectuer l'essai 2b) puis un essai supplémentaire entre les câbles du panneau et le bâti (le support des panneaux doit être relié à terre / équipotentielle)
Type de câbles	(f)		Indiquez le type de canalisations équipant les chaînes; ainsi que leurs sections La section doit être vérifiée selon le courant admissible dans le câble qui doit être de $1,25 * I_{SC} STC$ de la chaîne
Courant admissible I_z dans le câble de chaîne		1) 2) 3)	<ol style="list-style-type: none"> 1 à 2 chaînes → $I_z > ou = à 1.25 * I_{SC} STC$ (le courant inverse susceptible de parcourir la 2ème chaîne ne peut pas dépasser le I_z de 1 chaîne) 3 chaînes → $I_z > ou = à 2 * 1.25 * I_{SC} STC$ 6 chaînes → $I_z > ou = à 1 * 1.25 * I_{SC} STC$ <p>Le mode de pose selon NIBT chap.5.2.3 (2 conducteurs chargés, isolation EPR) doit être pris en considération, ainsi que les facteurs de température et de groupement (F_T et F_G)</p>
Parasurtensions à proximité des chaînes	(g)		La valeur du courant nominal de décharge: c'est-à-dire courant d'impulsion I_{imp} pour un parafoudre de Type I [kA] et courant nominal I_{nom} pour un parafoudre de type II. Ces données sont disponibles auprès du fabricant. Elles doivent être inscrite sur le parasurtension. <i>Un courant nominal de décharge élevé garanti une durée de vie plus importante au parasurtensions.</i>
Dispositif de déconnexion	(h)		Un dispositif de déconnexion est à insérer dans la ligne des parasurtensions selon indications du fabricant. Dans tous les cas un tel dispositif protège l'installation en cas de court-circuit et permet l'isolement de parasurtensions en défauts ou lors d'entretien ou de changement. Ce dispositif permet également la mesure correcte de la résistance d'isolement lors des contrôles électriques.

			<i>Il est clair que le montage des parasurtensions doit être réalisé selon les règles techniques reconnues. Les valeurs de tension résiduelle doit être adaptée selon la valeur d'isolation des appareils à protéger</i>
4	Groupes	(i)	<p>$I_{SC} STC$</p> <p>C'est le courant de court-circuit d'un module, d'une chaîne, d'un groupe ou d'un générateur en conditions d'essais normalisés. Deux méthode de mesures sont possibles sur le terrain: 1) essai de court-circuit, 2) essais opérationnels; mais l'essai de court-circuit est préférable puisqu'il exclut toute influence de l'onduleur.</p> <p>Le $I_{SC} STC$ d'un groupe est calculé sur la base du nombre de modules par chaîne et le nombre de chaînes présentes dans le groupe</p>
		(j)	<p>$U_{OC} MAX$</p> <p>Est la tension maximale à vide du groupe + voir texte $U_{OC} MAX$ chaîne sous §.3</p> <p><i>Des tensions inférieures aux valeurs attendues peuvent indiquer qu'au moins un module est connecté à la mauvaise polarité, ou la présence de défauts d'isolement, ou des dommages dus à une accumulation d'eau dans les conduits ou les boites de jonction.</i></p>
	Protection de groupe	(k)	Indiquez le type de coupe-surintensité apte à protéger les canalisations de groupe (Unom DC / Inom DC)
	Résistance d'isolement	R_{ISO}	Se référer à la méthode décrite pour la vérification de l'isolement des chaînes
	Type de câbles	(l)	Indiquez le type de canalisations équipant les groupes; ainsi que leurs sections
	Courant admissible Iz dans le câble de groupe (nbr.gr. - 1 * 1.25 * $I_{SC} STC$ du groupe)	1) 2)	<p>La section doit être vérifiée selon le courant admissible dans le câble qui doit être de 1,25 * le $I_{SC} STC$ du groupe</p> <p>1 à 2 groupe → > ou = à 1.25 * $I_{SC} STC$ (le courant inverse susceptible de parcourir le 2ème groupe ne peut pas dépasser le I de 1 groupe)</p> <p>Si 5 groupes, alors → 5 - 1 = 4 → 4 * 1.25 * $I_{SC} STC$ du groupe 10A par exemple = 4 * 1.25 * 10 = 60A (remarque: si plus de 3 groupes, placer des fusibles sinon section trop grande)</p>
	Parasurtensions à proximité des groupes	(g)	<p>La valeur du courant nominal de décharge: c'est-à-dire courant d'impulsion limp pour un parafoudre de Type I [kA] et courant nominal Inom pour un parafoudre de type II. Ces données sont disponibles auprès du fabricant. Elles doivent être inscrite sur le parasurtension.</p> <p><i>Un courant nominal de décharge élevé garantie une durée de vie plus importante au parasurtensions.</i></p>
	Dispositif de déconnexion	(h)	<p>Un dispositif de déconnexion est à insérer dans la ligne des parasurtensions selon indications du fabricant. Dans tous les cas un tel dispositif protège l'installation en cas de court-circuit et permet l'isolement de parasurtensions en défauts ou lors d'entretien ou de changement. Ce dispositif permet également la mesure correcte de la résistance d'isolement lors des contrôles électriques.</p> <p><i>Il est clair que le montage des parasurtensions doit être réalisé selon les règles techniques reconnues. Les valeurs de tension résiduelle doit être adaptée selon la valeur d'isolation des appareils à protéger</i></p>
5	Interrupteur sectionneur DC	(m) (n)	<p>U_{nom}</p> <p>Indiquez la tension assignée en courant continu de l'appareillage (voir Généralités, tension assignée des matériels)</p> <p>I_{nom}</p> <p>Indiquez le courant assigné en courant continu de l'appareillage</p>
6	Onduleur	(o) (p)	<p>$I_{SC} STC$</p> <p>C'est le courant de court-circuit d'un module, d'une chaîne, d'un groupe ou d'un générateur en conditions d'essais normalisés. Deux méthode de mesures sont possibles sur le terrain: 1) essai de court-circuit, 2) essais opérationnels; mais l'essai de court-circuit est préférable puisqu'il exclut toute influence de l'onduleur.</p> <p>Le $I_{SC} STC$ à l'onduleur est égal à la somme des ISC STC de chaque groupe</p> <p>$U_{OC} MAX$</p> <p>Est la tension maximale à vide de la ligne principale + voir texte UOC MAX chaîne sous §.3</p> <p><i>Des tensions inférieures aux valeurs attendues peuvent indiquer qu'au moins un module est connecté à la mauvaise polarité, ou la présence de défauts d'isolement, ou des dommages dus à une accumulation d'eau dans les conduits ou les boites de jonction.</i></p>
	Parasurtensions à proximité de l'onduleur côté DC	(g)	<p>La valeur du courant nominal de décharge: c'est-à-dire courant d'impulsion limp pour un parafoudre de Type I [kA] et courant nominal Inom pour un parafoudre de type II. Ces données sont disponibles auprès du fabricant. Elles doivent être inscrite sur le parasurtension.</p> <p><i>Un courant nominal de décharge élevé garantie une durée de vie plus importante au parasurtensions.</i></p>
	Dispositif de déconnexion	(h)	<p>Un dispositif de déconnexion est à insérer dans la ligne des parasurtensions selon indications du fabricant. Dans tous les cas un tel dispositif protège l'installation en cas de court-circuit et permet l'isolement de parasurtensions en défauts ou lors d'entretien ou de changement. Ce dispositif permet également la mesure correcte de la résistance d'isolement lors des contrôles électriques.</p> <p><i>Il est clair que le montage des parasurtensions doit être réalisé selon les règles techniques reconnues. Les valeurs de tension résiduelle doit être adaptée selon la valeur d'isolation des appareils à protéger</i></p>
	Parasurtensions à proximité de l'onduleur côté AC	(g)	<p>La valeur du courant nominal de décharge: c'est-à-dire courant d'impulsion limp pour un parafoudre de Type I [kA] et courant nominal Inom pour un parafoudre de type II. Ces données sont disponibles auprès du fabricant. Elles doivent être inscrite sur le parasurtension.</p> <p><i>Un courant nominal de décharge élevé garantie une durée de vie plus importante au parasurtensions.</i></p>

Dispositif de déconnexion	(h)		<p>Un dispositif de déconnexion est à insérer dans la ligne des parasurtensions selon indications du fabricant. Dans tous les cas un tel dispositif protège l'installation en cas de court-circuit et permet l'isolement de parasurtensions en défauts ou lors d'entretien ou de changement. Ce dispositif permet également la mesure correcte de la résistance d'isolement lors des contrôles électriques.</p> <p><i>Il est clair que le montage des parasurtensions doit être réalisé selon les règles techniques reconnues. Les valeurs de tension résiduelle doit être adaptée selon la valeur d'isolation des appareils à protéger</i></p>
7 Ligne principale	(q)		<p>Indiquez le type de canalisations équipant la canalisation principale; ainsi que sa section</p> <p>La section doit être vérifiée selon le courant admissible dans le câble qui doit être au minimum de $1,25 \cdot I_{SC}$ STC du générateur PV</p> <p><i>La ligne principale est particulièrement recommandée en XKT ou GKT car cela garantie sa résistance aux courants de foudre, est sans hallogène et le conducteur concentrique peut servir de conducteur d'équipotentialité tout en limitant très fortement les influences électromagnétiques.</i></p>
8 Circuit de protection	(r)		<p>Contrôle habituel du circuit de protection selon NIBT Chapitre 6</p> <p><i>Si des conducteurs de mise à terre et / ou d'équipotentialité sont mis en œuvre, vérifier qu'ils sont parallèles et mis en faisceau avec les câbles en courant continu (attention ! Distance minimum, mais également diminution des surfaces de boucles)</i></p>
Tension d'essai 4 à 24V, 200mA ou contrôle de PE sous 10A			<p>Pour minimiser les tensions induites dues à la foudre, les structures métallique porteuse des modules et les supports métalliques des modules doivent être reliés à la descente de paratonnerre (voir distances), respectivement au minimum à l'équipotentialité et ce, même si les modules sont de classe II (surisolés)</p>
Supports métalliques des modules			<p>Pour minimiser les tensions induites dues à la foudre, les structures métallique porteuse des modules et les supports métalliques des modules doivent être reliés à la descente de paratonnerre (voir distances), respectivement au minimum à l'équipotentialité et ce, même si les modules sont de classe II (surisolés)</p>
Contrôle du paratonnerre	(s)		<p>Mêmes mesures que pour un conducteur de protection classique. (+ vérification des conducteurs dit naturels; emboîtement de 5cm min, surface de contact min 100cm^2, doublement des épaisseurs si $\text{Cu} < 0.6\text{mm}$)</p>
Protection contre la corrosion			<p>Les conducteurs en cuivre nu ne doivent pas cheminer au contact de parties en aluminium. Une attention toute particulière doit être apportée à la réalisation des connexions afin d'éviter les couples galvaniques de tension contraire et de favoriser ainsi la corrosion électrochimique.</p>
9 Parasurtensions à proximité du tableau de distribution AC	(g)		<p>La valeur du courant nominal de décharge: c'est-à-dire courant d'impulsion limp pour un parafoudre de Type I [kA] et courant nominal I_{nom} pour un parafoudre de type II. Ces données sont disponibles auprès du fabricant. Elles doivent être inscrite sur le parasurtension.</p> <p><i>Un courant nominal de décharge élevé garantie une durée de vie plus importante au parasurtensions.</i></p>
Dispositif de déconnexion	(h)		<p>Un dispositif de déconnexion est à insérer dans la ligne des parasurtensions selon indications du fabricant. Dans tous les cas un tel dispositif protège l'installation en cas de court-circuit et permet l'isolement de parasurtensions en défauts ou lors d'entretien ou de changement. Ce dispositif permet également la mesure correcte de la résistance d'isolement lors des contrôles électriques.</p> <p><i>Il est clair que le montage des parasurtensions doit être réalisé selon les règles techniques reconnues. Les valeurs de tension résiduelle doit être adaptée selon la valeur d'isolation des appareils à protéger</i></p>
10 Essais de polarité	(t)		<p>Polarité de tous les câbles en courant continu à vérifier et s'assurer qu'ils sont correctement identifiés et correctement connectés. Si un contrôle est fait sur un système préalablement installé et que la polarité inverse d'une chaîne est constatée, il est alors important de contrôler les modules et les diodes by-pass vis-à-vis de tout dommage engendré par cette erreur.</p> <p><i>Des tensions inférieures aux valeurs attendues peuvent indiquer qu'au moins un module est connecté à la mauvaise polarité, ou la présence de défauts d'isolement, ou des dommages dus à une accumulation d'eau dans les conduits ou les boîtes de jonction.</i></p>
11 Mesures de température par caméra thermique			<p>Le but de ces mesures seraient de détecter les variations de température inhabituelles dans les modules afin de détecter des anomalies, tels que des cellules en polarisation inverse, une défaillance de diode by-pass, une mauvaise connexion, etc...il faut rechercher des deltas de température importantes entre le point chaud et le reste du panneau, puis de comparer avec les autres panneaux (un point chaud à un endroit quelconque d'un module indique généralement un problème électrique, éventuellement une résistance série ou parallèle ou une disparité de cellule - rechercher une couleur marron ou décolorée). Une valeur de température absolue n'est donc pas très utile. Remarque: il est normal de trouver un point plus chaud aux boîtes de jonction, aux bord des panneaux et sur les supports de ceux-ci)</p> <p><i>On remarque ci-contre la difficulté d'effectuer correctement cette mesure, donc celle-ci est à utiliser avec modération et circonspection</i></p> <p>Méthode de mesure: la température de panneau dépend de l'éclairement, de la vitesse du vent et de la température ambiante (elle varie de façon significative au cours des heures d'ensoleillement). Un éclairement minimum de $> 400\text{W/m}^2$ (idéalement 600W/m^2) doit être garanti afin de s'assurer qu'il y aura suffisamment de courant pour engendrer des différences de température perceptibles. Une mesure doit être faite de chaque côté, mais attention à la position de mesure ! (regarder le module par l'arrière minimise les interférences dues à la lumière réfléctée par le verre du module, mais regarder de face fournit généralement des images parlantes grâce à la conductivité thermique du verre). Identifiez les zones présentant des extrêmes de température en marquant clairement leur emplacement sur le composant lui-même ou sur les dessins de dispositions du panneau / des chaînes. Ensuite recherchez toute anomalies thermique pour déterminer les éventuelles causes puis un examen visuel et enfin effectuez les essais de tension et de courant pour les rechercher. En ce qui concerne les connexions de câbles, il importe qu'elles ne soient pas significativement plus chaudes que le câble lui-même.</p>