

Journée technique 2014

Mesures dans la pratique

Présenté par : Johann Corminboeuf

Directeur de



Programme

- *OIBT : En vigueur depuis plus de 10 ans...*
- *SUVA 5+5 : Concept de sécurité*
- *Icc et 0,66 : Comment l'appliquer*
- *Mesures : Courant court-circuit risques et EPI*
- *Solaire PV : Les points à faire attention*
- *Onduleurs : TN-S, sélectivité, temps de coupure*
- *Divers infos : Sujets divers*

OIBT

Travaux d'installation :

- Seul un **installateur électricien CFC** est autorisé à mettre en service une installation
- Les apprentis, aides et intérimaires doivent être surveillés par un collaborateur avec un CFC d'installateur électricien ou électricien de montage. Il peut surveiller 5 personnes averties max.

OIBT art. 10



OIBT

Rapport de sécurité :

- Un RS doit être délivré au propriétaire à la remise de l'installation électrique (sauf si <3h de travail)
- Si la puissance est supérieure à 3,6KVA, un avis d'installation doit être transmis à l'exploitant de réseau avant le début des travaux. (monophasé $\geq 16A$ ou triphasé $\geq 10A$)

OIBT art. 23



OIBT

Première vérification:

- A la mise en service d'une installation électrique, l'installateur électricien CFC doit effectuer **une première vérification** (continuité, Riso, DDR, etc.)



- OIBT art. 24

OIBT

Autorisations limitées:

- Art. 13, la plus connue qui concerne les électriciens d'exploitation
- Art. 14, pour les installations spéciales (ascenseurs, bateaux, photovoltaïques, etc.) et doivent exécuter leurs propres vérifications
- Art. 15, l'autorisation de raccordement permet aux personnes autorisées de raccorder et remplacer des matériels.

SUVA 5+5



5 + 5 règles vitales pour
les travaux sur ou à
proximité d'installations
électriques

La SUVA a mandaté
l'inspection fédérale des
installations à courant
fort (ESTI) pour audité
des entreprises afin de
vérifier leur concept de
sécurité.

SUVA 5+5

Le résultat montre que **plus de la moitié** des entreprises d'installation électrique n'ont pas de concept de sécurité selon OIBT.

Il a été constaté également un manque dans l'outillage adapté et les EPI pour certaines installations dont la majorité des responsables d'entreprises ignorent ces éléments.



SUVA 5+5

- Les 5 points sont :

1. Nous exécutons un mandat précis et nous connaissons la personne responsable.
2. Nous exécutons les travaux pour lesquels nous disposons de la formation et des autorisations requises.
3. Nous utilisons des équipements sûrs et en parfait état.
4. Nous portons les équipements de protection individuelle.
5. Nous enclenchons les installations uniquement après avoir effectué les contrôles prescrits.

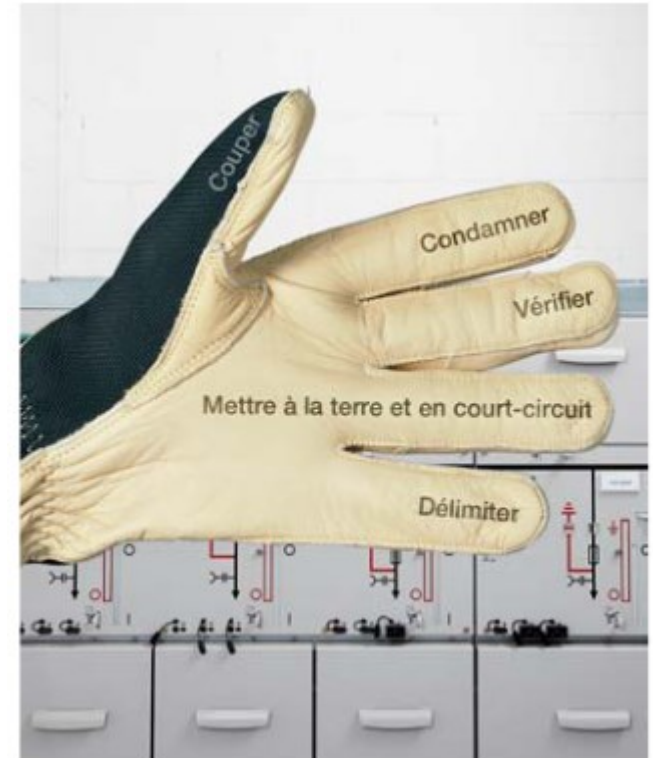
Mesures dans la pratique

- Les + 5 points sont :

La règle des 5 doigts :

En règle générale, les travaux sur des installations électriques ne doivent être effectués que lorsqu'elles sont hors tension. A cet effet, les opérations suivantes doivent être exécutées sur la partie de l'installation concernée:

OIBT art. 22



I_{cc} et 0,66

Selon NIBT 6C4, il est recommandé d'appliquer le facteur 0,66

Si on applique ce facteur avec :

un disjoncteur 13A de courbe C



on doit mesurer un courant de court-circuit de **197A** ! ($t \leq 0,4s$)

Icc et 0,66

Et en pratique ?



Combien de contrôleurs appliquent ce facteur...

Icc et 0,66

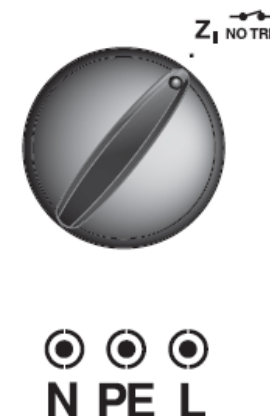
Cherchons les éléments qui peuvent influencer nos mesures :

- Appareils de mesures OIBT
- Cordons de mesures des appareils OIBT
- le réseau

I_{cc} et 0,66

Appareils de mesures OIBT :

Selon les données des fabricants,
2 à 15 % de marge d'erreur en
fonction appareils et de la charge
de mesures.



Attention à la mesure entre L-PE avec un circuit
protégé par DDR !

La charge est en général inférieure à 5mA ce qui nous
donne des valeurs peu précisent.

Icc et 0,66

Appareils de mesures OIBT :

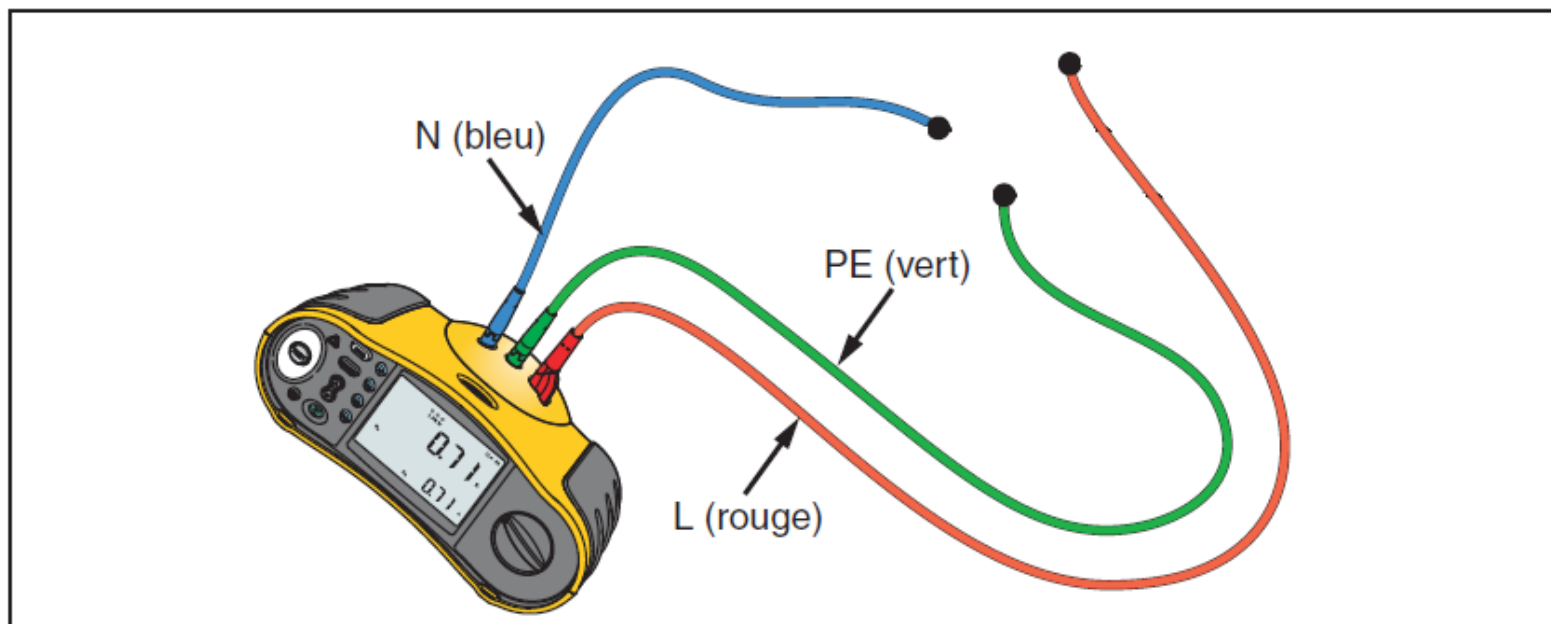
Dans le cas de circuits avec DDR, il est important que la continuité des PE soit assurée.

Avec un DDR de 30mA par exemple, un Icc de 30mA est suffisant pour le déclencher dans les 0,3s.



I_{cc} et 0,66

Cordons de mesures des appareils OIBT



Mise à zéro, que provoque cette action sur nos mesures ?

Icc et 0,66

Cordons de mesures des appareils OIBT

Voici un exemple de mesures en modifiant les situations de tests avec deux appareils différents.

un Fluke 1653B



et un Metrel Euro Z290A



Icc et 0,66

Cordons de mesures des appareils OIBT

Mesures dans cellule comptage, CSG de 3x400A

Icc mesuré : Metrel Icc = 6800A

Fluke Icc : cordon sans mise à 0 = 2'100A
 cordon avec mise à 0 = 23'400A

Icc et 0,66

Cordons de mesures des appareils OIBT

Mesures dans tableau distribution

Icc mesuré : Metrel Icc = 1500A

Fluke Icc : cordon sans mise à 0 = 840A
 cordon avec mise à 0 = 1'500A

I_{cc} et 0,66

Cordons de mesures des appareils OIBT

Mesures à une prise T25

I_{cc} mesuré : Metrel I_{cc} = 525A

Fluke I _{cc} :	cordon sans mise à 0 =	460A
	cordon avec mise à 0 =	560A

I_{cc} et 0,66

Cordons de mesures des appareils OIBT

Mesures à un T25 avec 100m de TT3x1,5mm²

I_{cc} mesuré : Metrel I_{cc} = 83A

Fluke I _{cc} :	cordon sans mise à 0 =	79A
	cordon avec mise à 0 =	82A

I_{cc} et 0,66

Cordons de mesures des appareils OIBT

Mesures à un T25 avec 200m de TT3x1,5mm²

I_{cc} mesuré : Metrel I_{cc} = 50A

Fluke I _{cc} :	cordon sans mise à 0 =	47A
	cordon avec mise à 0 =	48A

I_{cc} et 0,66

Cordons de mesures des appareils OIBT

Mesures à un T25 avec 300m de TT3x1,5mm²

I_{cc} mesuré : Metrel I_{cc} = 34A

Fluke I _{cc} :	cordon sans mise à 0 =	34A
	cordon avec mise à 0 =	34A

I_{cc} et 0,66

Cordons de mesures des appareils OIBT

Mesures à un T25 avec 400m de TT3x1,5mm²

I_{cc} mesuré : Metrel I_{cc} = 26A

Fluke I _{cc} :	cordon sans mise à 0 =	26A
	cordon avec mise à 0 =	26A

Icc et 0,66

le réseau

La modification de la charge de celui-ci peut également faire varier nos mesures, difficile ensuite de prendre en considération ce phénomène !

Attention également aux variations de la tension, une succession de mesures nous donnera des courants différents dont la valeur moyenne sera relevée.

Icc et 0,66

Et ce 0,66 !

on voit bien que les cordons nous poserons des problèmes si on les compense pas correctement, surtout avec des $I_{cc} > 1000A$.

On peut imaginer ne pas les compenser les cordons afin de garder une marge lors de nos mesures. (échauffement des conducteurs, précision des appareils, etc.)

De plus, les mesures supérieures à 1000A ne sont plus vraiment précises et démontre que lors de grandes alimentations, des valeurs calculées peut être plus utiles que nos mesures...

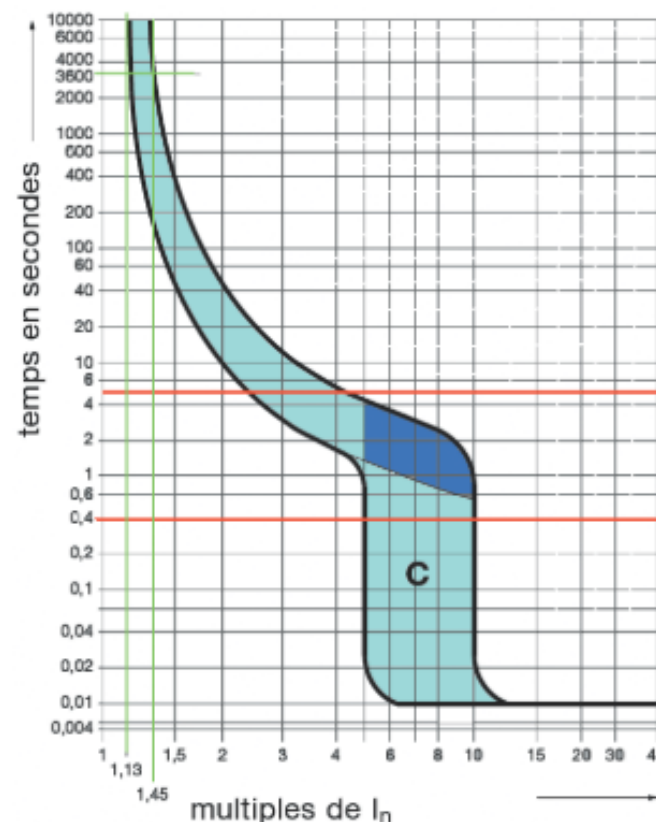
I_{cc} et 0,66

Et ce 0,66 !

Pour les circuits $\leq$ à 32A, le temps de déclenchement est de 0,4s.

De ce fait, on va utiliser la protection magnétique des disjoncteurs ce qui va provoquer un déclenchement en 0,01s.

Avec un temps aussi court, les conducteurs ne vont que peut s'échauffer, l'impédance en cas d'*I_{cc}* augmentera proportionnellement.



I_{cc} et 0,66

Et ce 0,66 !

Attention lorsque vous avez des valeurs inférieures aux valeurs des déclenchements du magnétique des disjoncteurs.

section
1,5mm²

		Disjoncteur 13A			
		Temps en s.			
		lcc	temps canal. en s.	C/S B	C/S C
1.45	x	18.85	83.74	3600	3600
1.5x		19.5	78.25	400	400
		15	132.25		
		20	74.39		
2x		26	44.02	40	40
		30	33.06		
		35	24.29		
3x		39	19.56	13	13
		45	14.69		
4x		52	11.00	5.8	4.8
		55	9.84	5	
		60	8.27	4	
5x		65	7.04	0.02	4.1
		70	6.07	0.02	
		75	5.29	0.015	
6x		80	4.65	0.01	3.8
		85	4.12	0.01	
7x		90	3.67	0.01	2.9
		95	3.30	0.01	
		100	2.98	0.01	
8x		105	2.70	0.01	2.3
		110	2.46	0.01	
9x		115	2.25	0.01	2
		120	2.07	0.01	
		125	1.90	0.01	
10x		130	1.76	0.01	0.02
		135	1.63	0.01	
		140	1.52	0.01	0.015
11x		145	1.42	0.01	0.01
		150	1.32	0.01	0.01
12x		155	1.24	0.01	0.01
		160	1.16	0.01	0.01
		165	1.09	0.01	0.01
13x		170	1.03	0.01	0.01
		175	0.97	0.01	0.01
14x		180	0.92	0.01	0.01
		185	0.87	0.01	0.01
		190	0.82	0.01	0.01
15x		195	0.78	0.01	0.01
		200	0.74	0.01	0.01
		205	0.71	0.01	0.01
16x		210	0.67	0.01	0.01
		215	0.64	0.01	0.01
17x		220	0.61	0.01	0.01
		225	0.59	0.01	0.01
		230	0.56	0.01	0.01

section
1,5mm²

		Disjoncteur 16A			
		Temps en s.			
		lcc en A	temps canal.	C/S B	C/S C
1.45	x	23.2	55.28	3600	3600
1.5x		24	51.66	400	400
		32	29.06	40	40
		35	24.29		
		40	18.60		
		45	14.69		
3x		50	11.90	12	12
		55	9.84		
		60	8.27		
4x		65	7.04	6	5.9
		70	6.07	5	
		75	5.29	4	
5x		80	4.65	0.02	4.2
		85	4.12	0.02	
		90	3.67	0.025	
6x		95	3.30	0.01	3.8
		100	2.98	0.01	
		105	2.70	0.01	
7x		110	2.46	0.01	3
		115	2.25	0.01	
		120	2.07	0.01	
		125	1.90	0.01	
8x		130	1.76	0.01	2.2
		135	1.63	0.01	
		140	1.52	0.01	
9x		145	1.42	0.01	2
		150	1.32	0.01	
		155	1.24	0.01	
10x		160	1.16	0.01	0.02
		165	1.09	0.01	0.02
		170	1.03	0.01	0.02
11x		175	0.97	0.01	0.02
		180	0.92	0.01	0.02
		185	0.87	0.01	0.02
12x		190	0.82	0.01	0.01
		195	0.78	0.01	0.01
		200	0.74	0.01	0.01
		205	0.71	0.01	0.01
13x		210	0.67	0.01	0.01
		215	0.64	0.01	0.01
		220	0.61	0.01	0.01
14x		225	0.59	0.01	0.01
		230	0.56	0.01	0.01
		235	0.54	0.01	0.01
15x		240	0.52	0.01	0.01
		245	0.50	0.01	0.01

section
1,5mm²

		Disjoncteur 20A			
		Temps en s.			
		lcc en A	temps canal.	C/S B	C/S C
1.45	x	23.2	55.28	3600	3600
1.5x		24	51.66		
		30	33.06	400	400
		35	24.29		
2x		40	18.60	40	40
		45	14.69		
		50	11.90	11.5	11.5
		55	9.84		
		60	8.27	11	11
3x		65	7.04		
		70	6.07		
		75	5.29		
4x		80	4.65	0.02	5.9
		85	4.12	0.02	
		90	3.67	0.025	
5x		95	3.30	0.01	3.8
		100	2.98	0.01	
		105	2.70	0.01	
6x		110	2.46	0.01	3
		115	2.25	0.01	
		120	2.07	0.01	
		125	1.90	0.01	
7x		130	1.76	0.01	2.2
		135	1.63	0.01	
		140	1.52	0.01	3
8x		145	1.42	0.01	
		150	1.32	0.01	
		155	1.24	0.01	
9x		160	1.16	0.01	0.02
		165	1.09	0.01	0.02
		170	1.03	0.01	0.02
		175	0.97	0.01	0.02
10x		180	0.92	0.01	0.02
		185	0.87	0.01	0.02
		190	0.82	0.01	0.01
		195	0.78	0.01	0.01
11x		200	0.74	0.01	0.01
		205	0.71	0.01	0.01
		210	0.67	0.01	0.01
		215	0.64	0.01	0.01
12x		220	0.61	0.01	0.01
		225	0.59	0.01	0.01
		230	0.56	0.01	0.01
		235	0.54	0.01	0.01
		240	0.52	0.01	0.01
		245	0.50	0.01	0.01

Mesures

Lors de contrôles d'installations à basse-tension, comment utiliser les EPI

En effet, il est encore courant que le personnel qui effectue des mesures par exemple, ne se protège pas ou pas suffisamment.



Mesures

Quand doit-on s'équiper ?

En règle générale, les travaux sur des installations électriques doivent être exécutées hors tension.

Pour les mesures OIBT, on est obligé de faire nos mesures sur des installations sous tension.

Mais alors, comment déterminer si un courant de court-circuit peut être dangereux sur une installation que l'on ne connaît pas ?

Mesures

Quand doit-on s'équiper ?

Si le Icc est inférieur à **1000A** pas de consigne particulière à part des habits en coton.

Pour les Icc de valeur supérieur à **1000A** on va devoir s'équiper avec des vêtements de niveau de protection 1 à 3 selon le tableau à la page suivante.

Mesures

0	Les courants de court-circuit ≤ 1 kA peuvent être classés comme non dangereux par rapport à l'arc électrique.	Aucune consigne (Recommandation: 100% coton)
①	A) Courant de court-circuit existant > 1 kA ≤ 7 kA <u>ou</u> B) 16 A – 100 A (Diazed/HPC)	Vêtements de protection Niveau 1 1x vêtements de protection selon EN 61482-1-2 Classe 1 – Casque de protection avec visière, gants résistant à la chaleur, complétés selon le danger par des gants isolants
②	A) Courant de court-circuit existant > 7 kA ≤ 15 kA <u>ou</u> B) 125 A – 200 A (HPC)	Vêtements de protection Niveau 2 2x vêtements de protection Niveau 1 <u>ou</u> 1x vêtements de protection selon EN 61482-1-2 Classe 2 – Casque de protection avec visière, gants résistant à la chaleur, complétés selon le danger par des gants isolants
⚡	A) Courant de court-circuit existant > 15 kA p.ex. dans stations transformatrices avec transfo 630 kVA <u>ou</u> B) ≥ 250 A (HPC)	Vêtements de protection Niveau 3 – 1x vêtements de protection Niveau 1 et – 1x vêtements de protection Niveau 2 – Casque de protection avec visière, gants résistant à la chaleur, complétés selon le danger par des gants isolants

Source : ESTI

Mesures

Avant tout travaux comment déterminer le Icc au CSG ou dans l'EA ?

En effet, il n'est pas rare de retrouver des vis, fils, etc. qui peuvent provoquer un court-circuit simplement en ouvrant un tableau ou une plaque.

Une mesure à une prise ou à la tête d'un fusibles avec l'ouverture adéquat permet d'évaluer un Icc avant d'enlever des protections et ouvrir des couvercles.



Solaire PV



Dans ce genre d'installation le dimensionnement et les mesures nécessitent une certaine expérience que nous acquérons depuis peu d'année.

Voici quelques points à faire attention.

Solaire PV

Attention :

Aux tensions sur la partie DC se situant en général entre 400V et 900V DC.

Le matériel utilisé pour de tels installations doit être construit pour tenir à une tension de 1000V! Bien vérifier que les interrupteurs, coupe-surintensité, bornes, connecteurs, etc. respectent ces valeurs de tension.

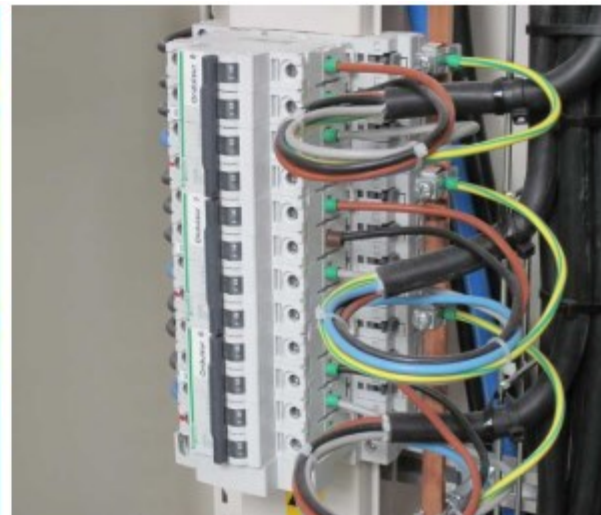
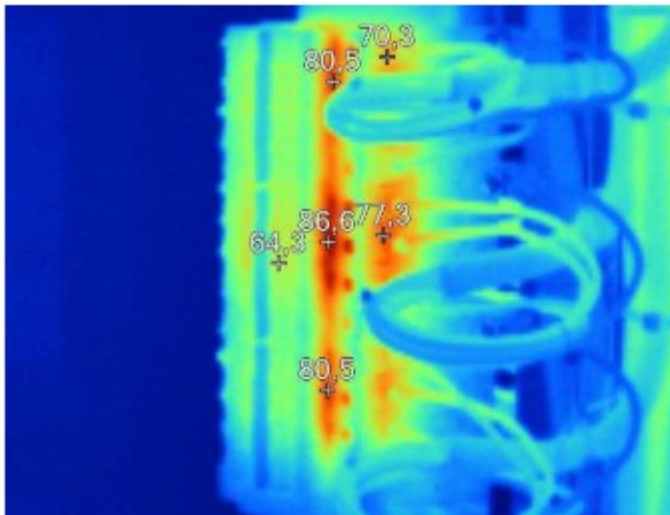


Solaire PV

Attention :

Aux courant sur la partie AC dont la charge est constante durant plusieurs heures.

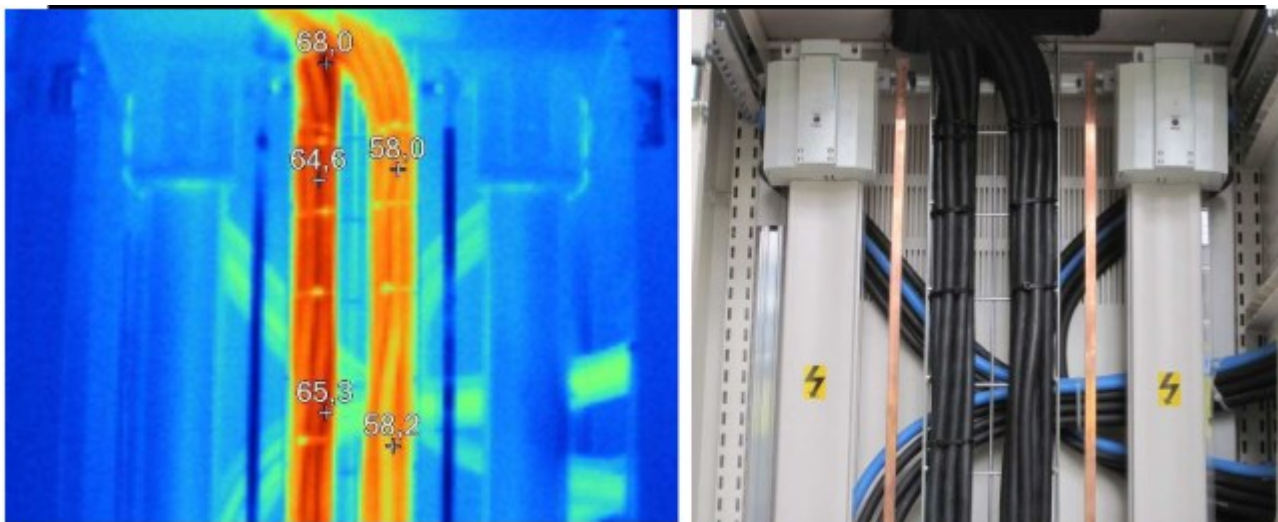
Le matériel comme les disjoncteurs, les câbles qui sont enfermés dans des armoires accumulent la chaleur. De plus, les disjoncteurs qui sont dimensionnés à la valeur du courant de l'onduleur va s'échauffer de manière excessive par leur protection thermique bi-lames.



Solaire PV

Attention :

Le fait d'être enfermé dans une armoire non ventilée accumule la chaleur et provoque l'élévation de la température des câbles à près de 70°C



Une armoire ventilée et des coupe-surintensité dimensionnés avec 30% de réserve par rapport aux courants maximums des onduleurs permet d'éviter ces échauffements (pertes).

Pause

Onduleurs

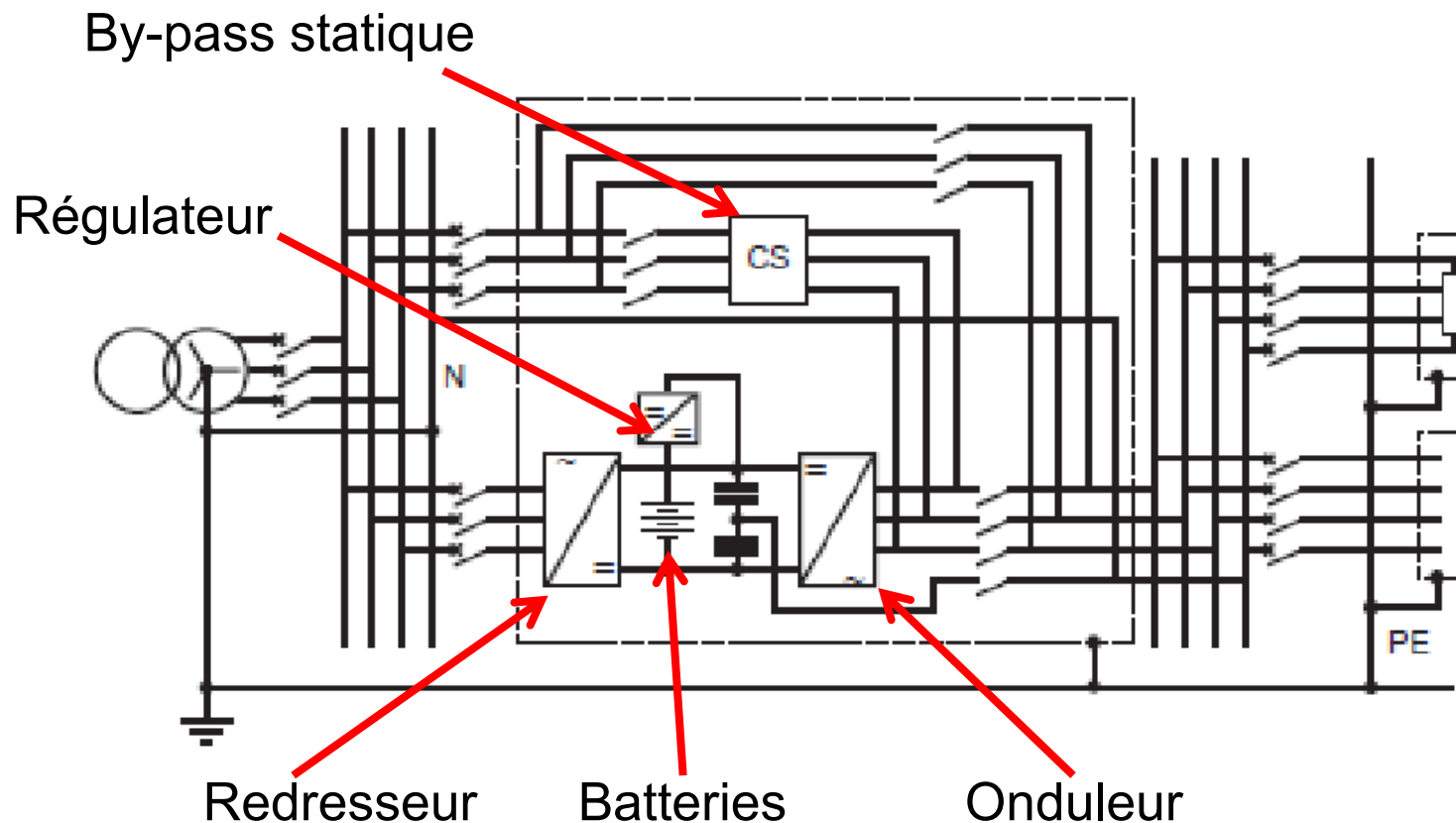
Quelques points à respecter avec ce genre d'installation

En effet, lors d'alimentation sans coupure pour le maintien de fonctionnement pour un parc informatique ou pour des installations de secours, il nous est difficile lors de nos contrôle de pouvoir assurer tout l'environnement qui est branché derrière ce type d'alimentation.



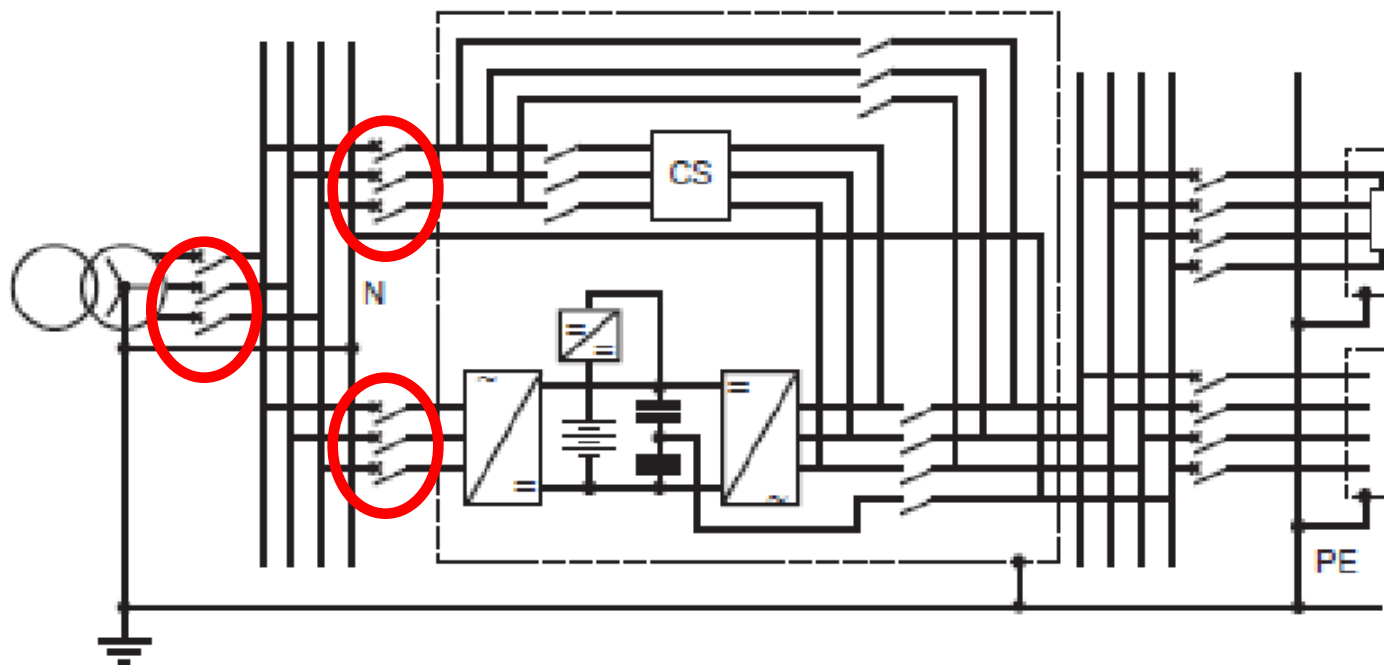
Onduleurs

Principe fonctionnement



Onduleurs

Régime de neutre

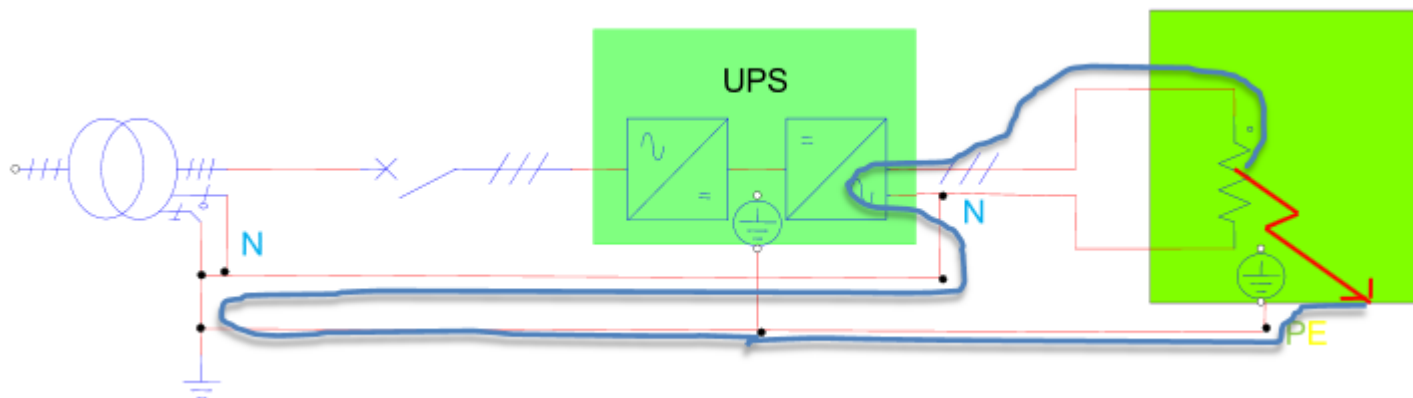


En système TN-S attention à ne pas couper le N en amont du générateur avec des coupe-surintensité bi ou tétrapôlaire

Onduleurs

Régime de neutre

TN-S, neutre non coupé:

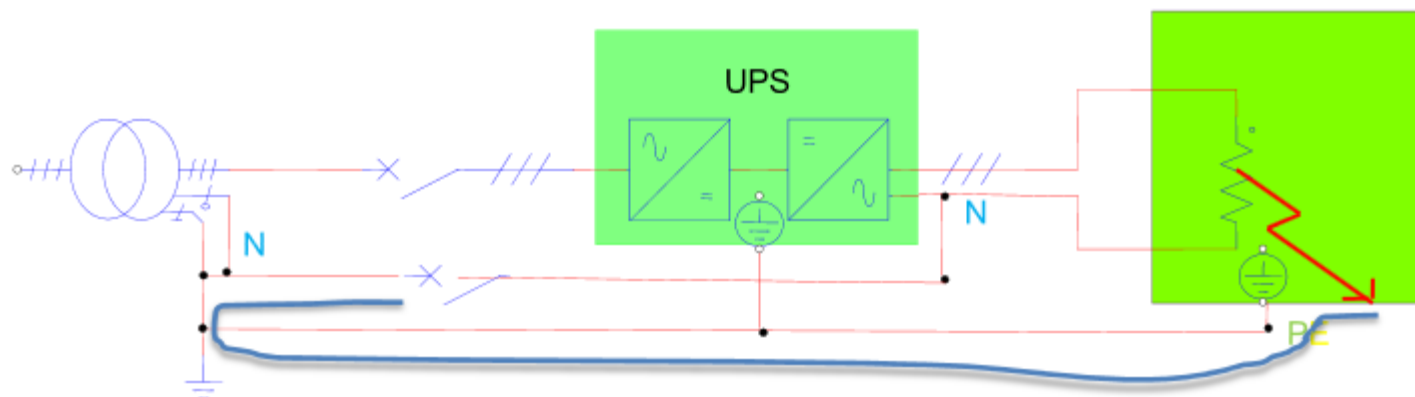


En cas de défaut, le courant se boucle en passant par point de transition TN-C à TN-S.

Onduleurs

Régime de neutre

TN-S, neutre coupé:

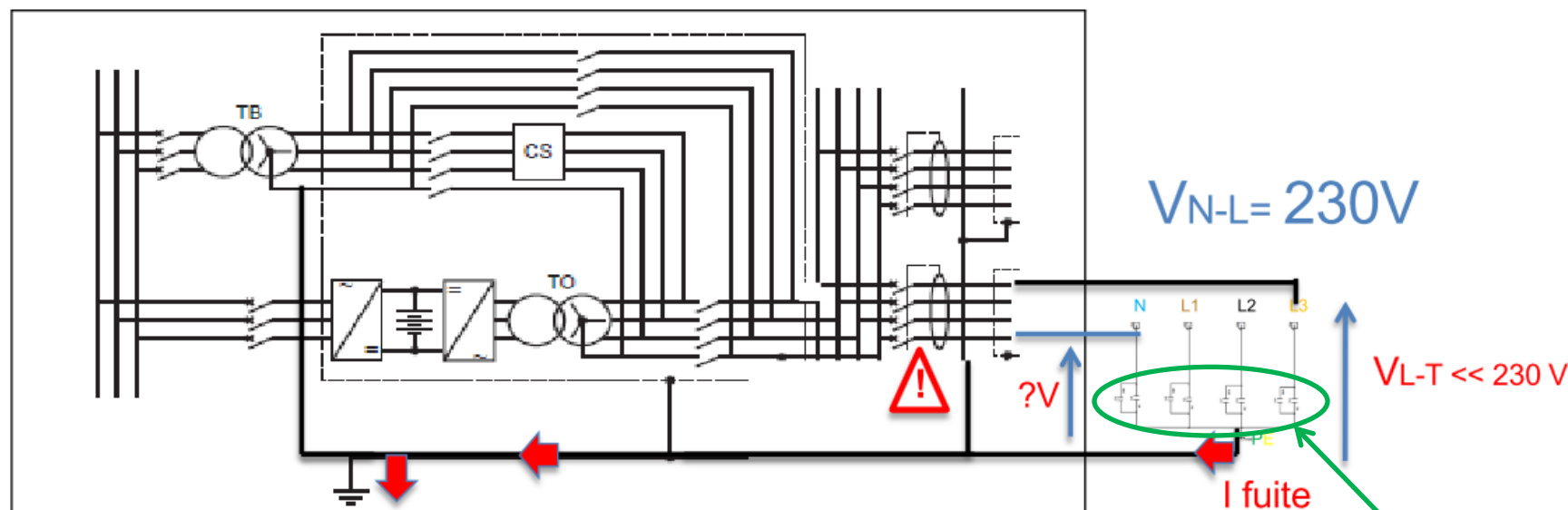


En cas de défaut, le courant ne peut pas se boucler en passant par point de transition et n'est donc pas détecté (IT).

Onduleurs

Régime de neutre

TN-S, neutre coupé:



le N et 3L déclenché en amont de l'onduleur = IT en aval avec des filtres
entre les conducteurs actifs et le PE

Onduleurs

Régime de neutre

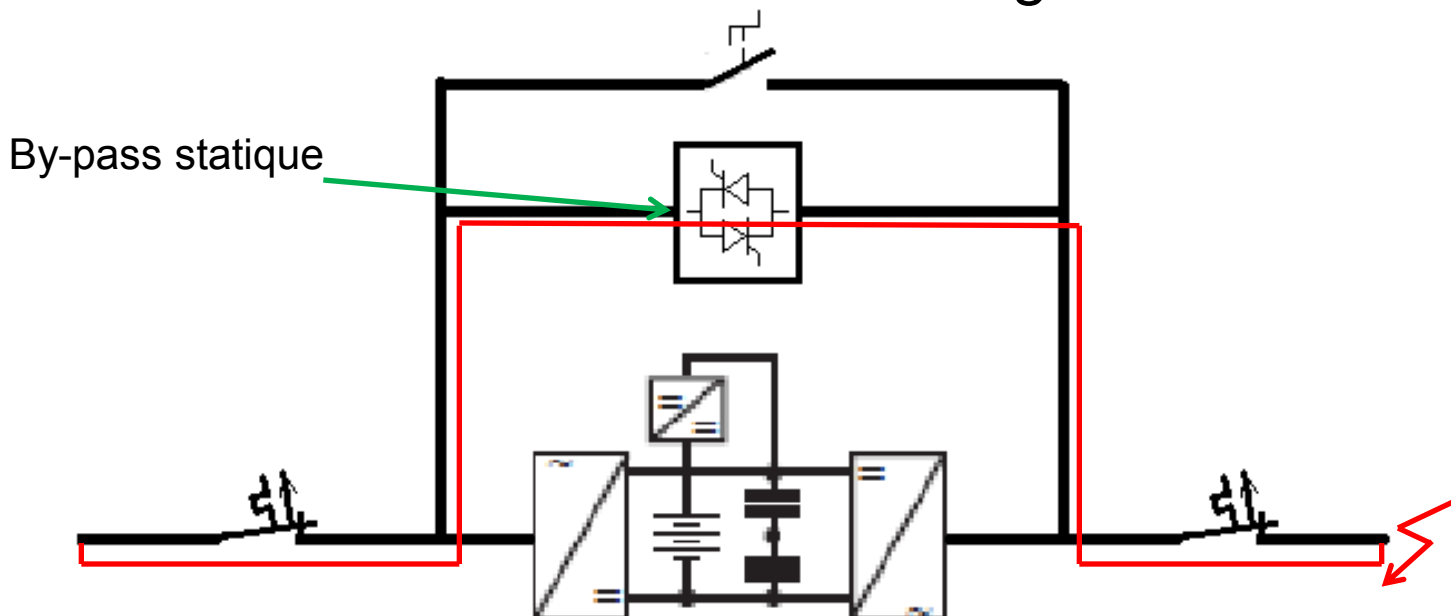
Résultat :

Pour ces générateurs, lors d'un déclenchement d'un coupe-surintensité placé en amont, la rupture du neutre provoque une différence de potentiel entre le neutre et le PE (IT) avec des risques de déclenchement de DDR ainsi que pour certains onduleurs une destruction du générateur.

Onduleurs

Sélectivité, temps de déclenchement

Lors d'un court-circuit comment réagit un ASI ?

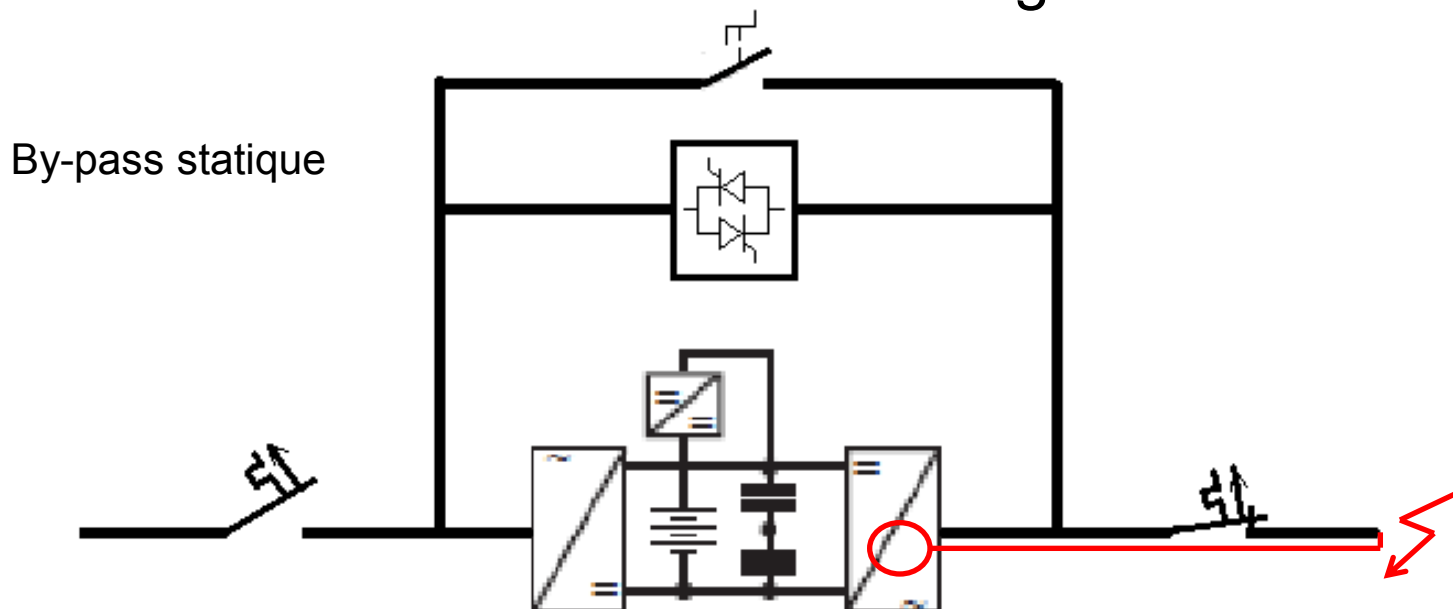


Avec le réseau en service, lors d'un court-circuit le by-pass statique laisse passer son énergie et les valeurs des Icc est égale à celles que l'on retrouve dans une installation normale.

Onduleurs

Sélectivité, temps de déclenchement

Lors d'un court-circuit comment réagit un ASI ?



En l'absence du réseau, l'énergie est fournie par le générateur, donc limitée par sa puissance et ces caractéristiques.

Onduleurs

Sélectivité, temps de déclenchement

Comment assurer une sélectivité :

En effet, lorsqu'une surintensité est décelée en amont du générateur, celui-ci va fournir pendant un temps limité une intensité de 2 à 5 fois le courant nominale de l'onduleur (voir données du fabricant)

Par exemple : onduleur de 20kVA, I_{nom} 87A, I_{cc} 3 x I_n

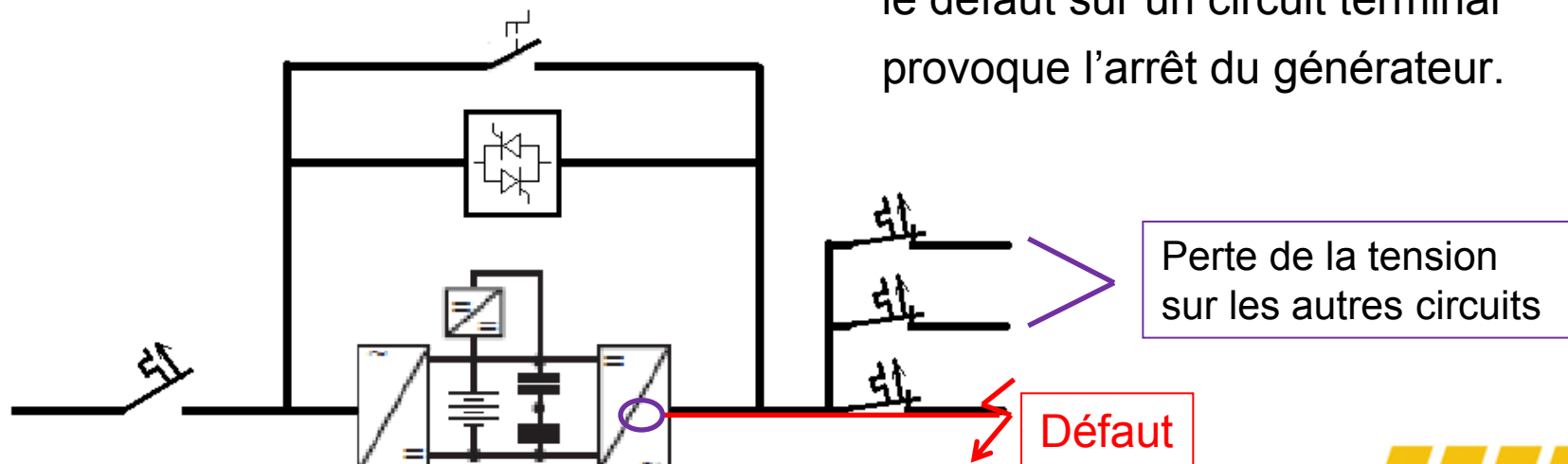
I_{cc} généré par l'onduleur sera de **260A**.

Onduleurs

Sélectivité, temps de déclenchement

Sélectivité :

Si le coupe-surintensité entre l'onduleur et le court-circuit n'est pas correctement dimensionné, il ne déclenchera pas et l'onduleur après un temps relativement court déclenchera.



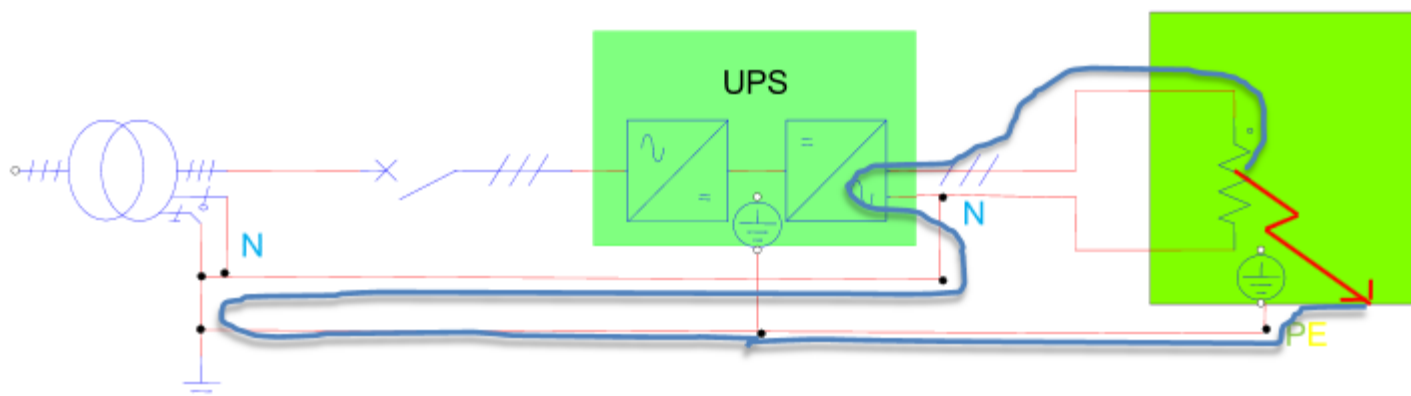
Onduleurs

Sélectivité, temps de déclenchement

Temps de déclenchement :

Concernant la coupure automatique d'un coupe-surintensité, il faut tenir compte des points suivants :

- le courant maximum que peut délivrer l'onduleur
- l'impédance de la ligne (L-PE passe par PEN)



Onduleurs

Sélectivité, temps de déclenchement

Temps de déclenchement :

Comme déjà vu précédemment, le générateur va fournir pendant un temps limité une intensité de 2 à 5 fois son courant nominale.

On ajoute à cela l'impédance de ligne calculé : $R_l = \frac{l \times I}{A}$

Exemple : **onduleur** de 20kVA, **I nom** = 87A, **Icc** 3 x In, **Icc** = 260 A

R interne onduleur = $230 / 260 = 0,88\Omega$

R ligne 60m de 6mm² = $\frac{0,0175 \times 120}{6} = 0,35\Omega$

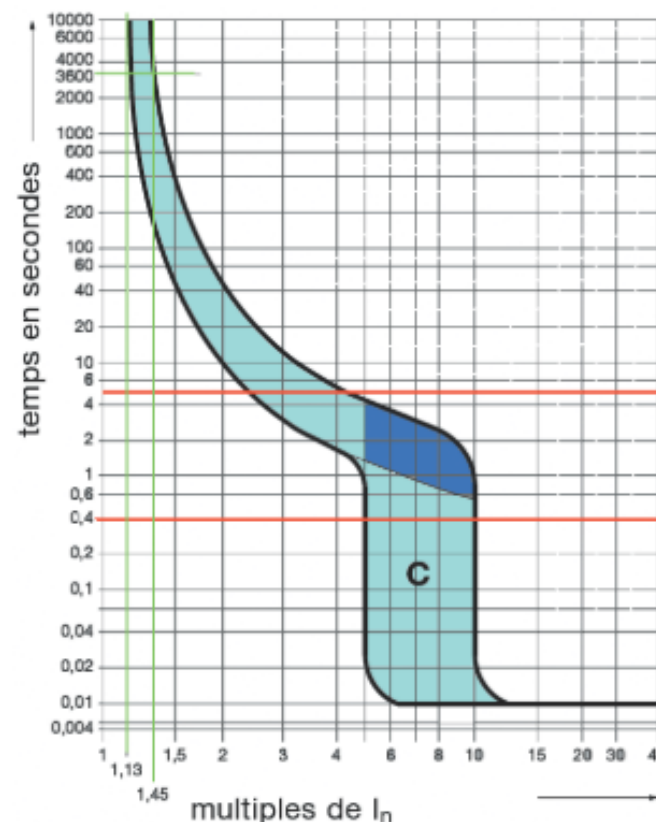
$R_{tot} = 0,88 + 0,35 = 1,23 \Omega$ $I_{cc} = 230 / 1,23 = \mathbf{187A}$

Onduleurs

Sélectivité, temps de déclenchement

Temps de déclenchement :

Avec un courant de court-circuit de **187A** et un temps de court-circuit limité par l'onduleur à un temps généralement inférieur à une seconde, il est indispensable de prendre en compte le **déclenchement magnétique du coupe-surintensité** afin d'assurer son déclenchement avant que le générateur ne déclenche.



Divers infos

- Si DDR pour palier au temps de coupure, jusqu'à 500mA autorisé, mais attention Icc L-N et tenue thermique des fils
- Ensemble d'appareillage étranger, attention aux DDR type AC !
- CSG intégré dans ensemble d'appareillage, attention sectionneur et transition TN-C à TN-S
- Chauffe-eau, attention si PAC pour l'ECS et corps de chauffe comme appoint ou secours et dispositif de coupure
- Nombres de luminaires TL derrière un contacteur (voir notice du fabricant) pour la tenue des contacts

Divers infos

- Lors de CP, avec DDR pas besoin de faire de mesures d'isolement !
- Ensemble d'appareillage pour personne avertie dans des locaux sans pers. Averties !
- Rénovation ancien bâtiment, prise de terre dans certains cas, équipotentielle toujours à imposer
- Bornes dans ensemble d'appareillage info CT en cours
- Domotique et mélange de tension dans le BD, repérage et bornes fixes.

Merci pour votre attention !

Johann Corminboeuf

