



**PRESCRIPTIONS TECHNIQUES SPECIFIQUES DE
RACCORDEMENT D'INSTALLATIONS DE PRODUCTION
DECENTRALISEE FONCTIONNANT EN PARALLELE SUR LE
RESEAU DE DISTRIBUTION**

C10/11 – 06.2006

TABLE DES MATIERES

| | |
|--|----|
| 1. DOMAINE D'APPLICATION | 3 |
| 2. RACCORDEMENT | 3 |
| 3. GÉNÉRALITÉS | 3 |
| 4. DISPOSITIF DE COUPURE | 5 |
| 5. DISPOSITIF DE PROTECTION | 6 |
| 6. TELECOMMANDE ET TELESIGNALISATION | 11 |
| 7. COUPLAGE | 12 |
| 8. BATTERIES DE CONDENSATEURS | 12 |
| 9. HARMONIQUES ET INTERHARMONIQUES, SIGNAUX DE TELECOMMANDE CENTRALISEE | 12 |
| 10. MODE D'EXPLOITATION | 13 |
| 11. PROTECTION CONTRE L'INJECTION DE COURANT CONTINU | 13 |
| 12. NORMES EMC EN VIGUEUR | 13 |
| ANNEXE 1 | 16 |
| ANNEXE 2 INFORMATIVE | 19 |
| ANNEXE 3 | 23 |

1. DOMAINE D'APPLICATION

Ces prescriptions techniques s'appliquent aux installations de production d'énergie électrique à raccorder sur les réseaux de distribution à basse tension ou à moyenne tension, couvrant la gamme des puissances allant jusqu'à plus ou moins 25 MVA.

Ces prescriptions sont établies dans le but de protéger le réseau mais elles n'englobent ni les nécessités propres des machines du producteur décentralisé, ni les exigences reprises dans le RGIE (qui sont cependant d'application).

En outre elles tiennent compte de la sécurité des agents.

2. RACCORDEMENT

En fonction de la puissance à raccorder, des caractéristiques du réseau sur lequel elle est appelée à être raccordée et du maintien d'une qualité de tension dans les limites fixées par la norme EN 50160, le gestionnaire du réseau établit les dispositions du raccordement.

Le réseau qui doit assurer le transit de la production décentralisée est soumis à plusieurs contraintes.

Il doit pouvoir maintenir le plan de tension dans les limites d'exploitation avec et sans la présence de la production décentralisée (voir annexe 1).

La puissance totale des productions décentralisées ne doit pas dépasser la puissance des transformateurs HT/MT en situation n-1 du réseau.

Note 1 : La situation n est la situation du réseau sans élément défectueux, la situation n-1 est la situation avec 1 élément de réseau défectueux.

Note 2 : On peut décider de commun accord qu'il est prévu que certaines productions décentralisées ne fonctionnent pas en situation n-1 du réseau.

De même dans un réseau BT la puissance totale des productions décentralisées ne doit pas dépasser la puissance du transformateur MT/BT.

De plus le transit de la puissance doit se faire sans excéder la capacité des éléments du réseau. Enfin le supplément de puissance de court-circuit cumulé à la valeur de la puissance de court-circuit du réseau doit être compatible avec le niveau réel du matériel. En conséquence le raccordement peut nécessiter des renforcements du réseau et de ce fait, une participation financière du producteur décentralisé dans ces renforcements peut être demandée.

Sur base de ces critères, le gestionnaire du réseau fixe le mode de raccordement de l'installation de production au réseau de distribution. Chaque cas fait l'objet d'un examen particulier qui tient compte des conditions réelles rencontrées.

Note : le couplage des éoliennes sur le réseau de distribution peut entraîner des fluctuations de tension inacceptables (voir à ce propos l'annexe informative 2).

3. GÉNÉRALITÉS

3.1. Jugement de la conformité

Le producteur est tenu de soumettre un rapport de contrôle rédigé à ses frais par un organisme agréé qui démontre la conformité de l'installation au règlement général des installations électriques (RGIE).

Pour les installations raccordées au réseau de distribution au moyen d'un système automatique de sectionnement (voir plus loin), la conformité à l'art 325.01 c1) et d) du RGIE (voir annexe 3), est aussi vérifiée lors de ce contrôle.

En outre, le gestionnaire du réseau contrôle avant le raccordement de l'installation du producteur décentralisé en ce qui concerne les aspects particuliers de l'installation de fourniture d'énergie. Ceci inclut entre autre le schéma de raccordement, le fonctionnement de l'appareil de découplage, le réglage et le fonctionnement de l'ensemble constituant les protections particulières, le dispositif de mise en parallèle, l'éventuelle protection contre l'injection de courant continu (§11).

Ce contrôle des aspects particuliers se répète à une fréquence quinquennale. Les coûts du contrôle initial et le contrôle quinquennal sont à charge du producteur décentralisé. Ce dernier prend aussi l'initiative de demander le contrôle quinquennal des aspects particuliers.

Un contrôle annuel peut être exigé en cas d'augmentation du risque (modification d'installation, constat de dysfonctionnement, ...).

Le gestionnaire du réseau se réserve le droit de contrôler en tout temps le bon fonctionnement de l'installation.

3.2. **Accord de raccordement**

L'installation de production décentralisée ne peut être raccordée au réseau de distribution qu'après accord écrit du gestionnaire du réseau. Cet accord est également nécessaire au cas où le producteur décentralisé envisage une modification de son installation de production, notamment s'il modifie la puissance concernée.

3.3. **Toutes les génératrices > 10 kW sont du type triphasé**

3.3.1. **Raccordement au réseau moyenne tension**

La puissance de court-circuit qui est ajoutée par l'installation de production doit rester limitée. L'évaluation du raccordement peut alors mener à l'obligation d'installer un transformateur entre le générateur et le réseau de distribution.

Cette évaluation est basée sur le calcul de l'impédance de court-circuit résultante, sur base de la tension de court-circuit du transformateur (éventuel) et de la réactance transitoire $X'd$ du générateur.

Les éléments suivants doivent être pris en compte :

- Les possibilités actuelles en ce qui concerne l'ajout de puissance de court-circuit sur le réseau moyenne tension (machine synchrone, asynchrone, raccordée par électronique de puissance...).
- En cas de possibilités efficaces, la résultante suivante doit être recherchée :
 - o Pour des projets inférieurs à 1,2 MVA : une valeur minimale de 20 %
 - o Pour des projets compris entre 1,2 MVA et 4 MVA : une valeur minimale de 25 %
 - o Pour les projets supérieurs à 4 MVA, une valeur minimale de 33 %.

Exemple de calcul de la réactance transitoire $X'd$ dans le cas de générateurs multiples:

Supposons deux machines avec puissance respective S_1 et S_2 et avec réactance transitoire respective $X'd_1$ et $X'd_2$

$$X'd_{\text{result. (p.e.)}} = X'd_1 \cdot X'd_2 \cdot (S_1 + S_2) / (X'd_1 \cdot S_2 + X'd_2 \cdot S_1)$$

Généralement, le générateur est raccordé via un transformateur. Ce transformateur moyenne tension remplit une quadruple fonction:

- Limitation de la puissance de court-circuit ajoutée (voir ci-dessus)

- Ajustement convenable de la plage de tension du réseau moyenne tension (de $U_c-10\%$ à $U_c+10\%$) vers la plage de tension du générateur, via une transformation avec au minimum 3 étages / plots (-5%, 0%, 5%).
- Amortissement, au moment du couplage, des courants dynamiques et des courants de défaut tant du côté réseau que du côté générateur.
- Séparation des systèmes de mise à la terre empêchant les courants de terre du réseau moyenne tension de passer vers le générateur.

Si malgré tout, on opte pour un générateur raccordé sans transformateur moyenne tension, les exigences suivantes sont d'application:

- La plage de fonctionnement du générateur doit s'élever de $U_c-10\%$ à $U_c+10\%$.
- Les caractéristiques d'isolation et les caractéristiques électriques doivent être équivalentes à celles du transformateur moyenne tension qui, normalement, devrait être mis en place sur ce réseau.
- Le point neutre du générateur ne peut pas être mis à la terre.
- Une attention doit être apportée aux effets des courants de terre qui sont fournis par le réseau moyenne tension en cas de défaut de terre dans le générateur.

3.3.2. Lorsque le raccordement au réseau est effectué en **basse tension** :

- dans le cas où l'installation est raccordée sur un réseau de distribution 3 X 230 V avec ou sans neutre, la génératrice doit être commutable en 3 X 400 V avec neutre;
- afin de prendre toutes mesures nécessaires au bon fonctionnement de son installation, le producteur décentralisé s'informe auprès du gestionnaire du réseau du type de réseau de distribution (TT ou IT) sur lequel il sera raccordé. Pour un réseau IT, la mise à la terre du neutre éventuel de la génératrice n'est pas permise, puisque par définition, un tel réseau ne peut être mis à la terre;
- le producteur décentralisé s'informe sur le sens du champ tournant.

3.4. Conditions de raccordement Synergrid

Les installations répondent aussi aux conditions de raccordement. Lorsque le raccordement au réseau est effectué en **moyenne tension**, ces conditions sont reprises dans le document C2/112 de Synergrid appelé "Prescriptions techniques de raccordement au réseau de distribution **haute tension**". Lorsque le raccordement au réseau est effectué en basse tension, ces conditions sont reprises dans le document C1/107 appelé "Prescriptions techniques générales relatives au raccordement d'un utilisateur au réseau de distribution BT". Ces documents peuvent être obtenus via le website de Synergrid.

Le matériel de protection spécifique à la production décentralisée ainsi que la procédure de test sont agréés par le gestionnaire de réseau.

3.5. Conformité Cenelec HD 384

Les installations sont conformes aux exigences du document CENELEC HD 384 (= CEI 60364). Ce document énumère notamment des prescriptions supplémentaires pour le groupe générateur pouvant fonctionner en parallèle avec le réseau de distribution.

4. DISPOSITIF DE COUPURE

Lors de travaux hors tension sur le branchement ou sur le réseau de distribution, l'installation de production décentralisée doit pouvoir être séparée du réseau par un dispositif de coupure de sécurité au sens de l'article 235 du RGIE. La coupure de sécurité doit être visible, verrouillable et accessible en permanence au gestionnaire de réseau. Ces dispositifs sont de type agréé par ce dernier.

Lorsque la puissance de l'installation de production décentralisée est < 10 kW, la coupure de sécurité peut éventuellement être réalisée pour chaque unité de production, par un système

automatique de sectionnement qui satisfait à l'article 235 c1) et d) du RGIE (voir annexe 3). Les installations photovoltaïques ≤ 5 kW doivent être pourvues de ce système automatique.

Le seuil de la valeur maximum de tension du système automatique de sectionnement réglé sur $106 \% U_N$, doit pouvoir être réglé sur $110 \% U_N$.

Pour ses besoins propres, le producteur décentralisé peut aussi y ajouter un verrouillage distinct.

5. DISPOSITIF DE PROTECTION

5.1. Généralités

Lorsqu'il est question de déclenchement instantané, cela signifie qu'aucune temporisation n'est ajoutée au temps minimum technique requis pour effectuer le déclenchement, le temps total ne doit toutefois pas dépasser 0,12 seconde.

Les protections qui font l'objet d'un contrôle dans le cadre du point 3.1 des présentes prescriptions, soit seront munies de bornes d'essai, soit seront du type débrochable permettant de tester l'ensemble des fonctionnalités. Les schémas de raccordement de ces protections seront fournis à l'organisme reconnu chargé du contrôle des aspects particuliers à la production décentralisée.

Les relais de tension, réglés sur $106 \% U_N$, doivent pouvoir être réglés sur $110 \% U_N$.

5.2. Protection générale

Comme pour tout autre raccordement au réseau de distribution, les installations sont munies en tête de leur raccordement au réseau de distribution d'un appareil assurant la coupure des phases en cas de défaut interne occasionnant le dépassement d'un courant fixé pendant un temps donné. Les valeurs du courant et de la temporisation sont données par le gestionnaire du réseau.

5.3. Protection particulière pour la production décentralisée

5.3.1. Protection de découplage

Dans le cas d'une génératrice < 10 kW pourvue d'un système automatique de sectionnement comme décrit dans l'article 253 01 c1) et d) du RGIE (voir annexe 3) ce dispositif constitue la protection de découplage et par conséquent ces installations ne doivent plus se conformer aux prescriptions mentionnées dans cette section.

Si la partie du réseau, sur laquelle est raccordé le producteur décentralisé, n'est plus alimentée en tension ou que la tension n'est plus normale, la source autonome doit pouvoir être découplée automatiquement du réseau dans les plus courts délais. A cette fin, une protection de découplage est mise en place; elle peut être placée en amont ou en aval du transformateur de la production décentralisée.

La protection de découplage est constituée d'un ensemble de relais. Le matériel de protection utilisé est agréé par le gestionnaire de réseau. Les réglages cités ci-après sont testés et repris dans un rapport d'essais par le gestionnaire de réseau ou par un organisme mandaté par celui-ci.

En plus, la coupure d'un fil du système de protection ou un problème au niveau de l'alimentation des auxiliaires du système de protection doit toujours provoquer le déclenchement de l'installation (principe failsafe).

5.3.1.1 Raccordement au réseau effectué en MT

L'ensemble de relais est composé de :

1. Cas général

- un relais de maxi-mini fréquence assurant le déclenchement en instantané lorsque la fréquence sort des limites de 50,5 et 49,5 Hz ;
- un relais triphasé de maximum de tension assurant le déclenchement en instantané lorsque la tension dépasse une limite fixée. Le gestionnaire du réseau fixe la valeur de la limite qui sera en principe inférieure à 110 % de la tension nominale;
- un relais triphasé à minimum supérieur de tension réglable de 50 à 85 % de la tension nominale et pouvant être temporisé à 1,5 seconde. Les valeurs de réglage sont fixées par le gestionnaire du réseau;
- un relais triphasé à minimum inférieur de tension réglable de 25 à 50 % de la tension nominale et assurant un déclenchement en instantané. La valeur du réglage est fixée par le gestionnaire du réseau;
- un relais de tension homopolaire moyenne tension. Le relais est temporisé au-dessus du temps nécessaire à l'élimination normale des défauts à la terre dans le réseau du gestionnaire du réseau. Les valeurs de réglage sont fournies par le gestionnaire du réseau.

2. Si la puissance est < 1,2 MVA et petite par rapport à celle du réseau

Lorsque la puissance de production ne dépasse pas 1,2 MVA et que le gestionnaire du réseau estime la puissance de production petite⁽¹⁾ par rapport à celle du réseau sur lequel la production est raccordée, le gestionnaire du réseau peut admettre qu'un relais homopolaire de tension ne soit pas installé si une des trois conditions suivantes est incluse dans la protection de découplage :

- soit un relais à saut de vecteur assure l'ouverture du découplage à partir d'un saut de 7°. Ce critère peut être insensibilisé si les tensions des trois phases sont inférieures à 80 % pour éviter les déclenchements intempestifs lors de creux de tension;
- soit un relais de critère df/dt assure l'ouverture du découplage pour une dérive de 1 Hz/s. Ce critère peut être insensibilisé si la variation de fréquence est inférieure à 0,2 Hz et temporisé à 0,1 s pour éviter les déclenchements intempestifs lors d'oscillations de la génératrice ;
- soit le relais de maxi-mini fréquence assure le déclenchement en instantané lorsque la fréquence sort des limites de 50,3 et 49,7 Hz.

5.3.1.2. Raccordement au réseau effectué en BT

L'ensemble de relais est composé de :

1. Cas général : Génératrice techniquement îlotable

- un relais à maxi-mini de fréquence assurant le déclenchement en instantané lorsque la fréquence sort des limites de 50,5 et 49,5 Hz ;
- un relais à maximum de tension, biphasé ou triphasé suivant le cas de la génératrice, assurant le déclenchement en instantané lorsque la tension dépasse

⁽¹⁾ La puissance de production (compte tenu de toutes les productions installées) est petite par rapport à celle du réseau si elle est inférieure à la moitié de la charge minimum îlotable suite à l'ouverture d'un disjoncteur en réseau.

une limite fixée. Lorsque le raccordement est effectué en basse tension, la limite ne dépassera pas 106 % de la tension nominale ;

- un relais à minimum supérieur de tension, biphasé ou triphasé suivant le cas de la génératrice, réglable de 50 à 85 % de la tension nominale et pouvant être temporisé à 1,5 seconde. Les valeurs de réglage sont fixées par le gestionnaire du réseau;
- un relais à minimum inférieur de tension, biphasé ou triphasé suivant le cas de la génératrice, réglable de 25 à 50 % de la tension nominale et assurant un déclenchement en instantané. La valeur du réglage est fixée par le gestionnaire du réseau;
- un des trois relais suivants est ajouté :
 - soit un relais à saut de vecteur assure l'ouverture du découplage à partir d'un saut de 7°. Ce critère peut être insensibilisé si les tensions des trois phases sont inférieures à 80 % pour éviter les déclenchements intempestifs lors de creux de tension;
 - soit un relais à critère df/dt assure l'ouverture du découplage pour une dérive de 1 Hz/s. Ce critère peut être insensibilisé si la variation de fréquence est inférieure à 0,2 Hz et temporisé à 0,1 s pour éviter les déclenchements intempestifs lors d'oscillations de la génératrice ;
 - soit le relais à maxi-mini de fréquence assure le déclenchement en instantané lorsque la fréquence sort des limites de 50,3 et 49,7 Hz ;
- pour les puissances > 10 kW, la production se découple en cas d'interruption d'une phase (par exemple par détection d'asymétrie).

2. Génératrice techniquement non îlotable

Note : Une génératrice est techniquement non îlotable si elle est de type asynchrone sans compensation de l'énergie réactive ou si elle est incapable de fonctionner en îlotage de par sa construction.

- un relais à maxi-mini de fréquence assurant le déclenchement en instantané lorsque la fréquence sort des limites de 50,5 et 49,5 Hz;
- un relais à maximum de tension, biphasé ou triphasé suivant le cas de la génératrice, assurant le déclenchement en instantané lorsque la tension dépasse une limite fixée. La limite ne dépassera pas 106 % de la tension nominale;
- un relais à minimum supérieur de tension, biphasé ou triphasé suivant le cas de la génératrice, réglable de 50 à 85 % de la tension nominale et pouvant être temporisé à 1,5 seconde. Les valeurs de réglage sont fixées par le gestionnaire du réseau;
- un relais à minimum inférieur de tension, biphasé ou triphasé suivant le cas de la génératrice, réglable de 25 à 50 % de la tension nominale et assurant un déclenchement en instantané. La valeur du réglage est fixée par le gestionnaire du réseau;
- pour les puissances > 10 kW, la production se découple en cas d'interruption d'une phase (par exemple par détection d'asymétrie);
- pour les puissances \leq 10 kW, la protection de découplage peut être simplifiée et se compose uniquement de :
 - un relais à maximum de tension, biphasé ou triphasé suivant le cas de la génératrice, assurant le déclenchement en instantané lorsque la tension dépasse 106 % de la tension nominale;

- un relais à minimum de tension, biphasé ou triphasé suivant le cas de la génératrice, assurant le déclenchement en instantané lorsque la tension est inférieure à 85 % de la tension nominale.

5.3.2. Cas particuliers

Détecteur de tension

Malgré les relais installés, il se pourrait que certains états d'îlotage ne soient pas détectés et afin d'éviter tout réenclenchement hors synchronisme, il peut être nécessaire de prévoir au poste source HT/MT un détecteur de présence tension sur le départ MT qui empêche tout enclenchement du départ MT lorsqu'il est sous tension (voir fig. 1). Ce dispositif n'est exigé qu'à partir d'un niveau de puissance que le gestionnaire du réseau estime en fonction des conditions réelles rencontrées. L'installation de ce dispositif est aux frais du producteur décentralisé.

5.3.3 Tableau de synthèse des protections de découplage

| Installation raccordée en MT | fréquence | | maximum instantané | minimum supérieur de 0 à 1,5s | tension | | Chang d'état saut de vect. ou bien df/dt |
|--|----------------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|---|
| | $\pm 0,3$ Hz instantané | $\pm 0,5$ Hz instantané | | | minimum inférieur instantané | homopolaire Uo temporisé | |
| <u>cas général</u> | | <-----> | | | | | |
| <u>< 1,2 MVA et petit/réseau</u> | | | | | | | |
| ou bien | | <-----> | | | | | |
| ou bien | | <-----> | | | | | <-----> |
| ou bien | <-----> | | <-----> | | | | |
| <10kW: ou bien selon les systèmes décrits ci-dessus ou bien avec système automatique de sectionnement selon l'art 235.01 c1) et d) du RGIE <u>photovoltaïque =<5kw</u> système automatique de sectionnement selon l'article 235.0 c1) et d) du RGIE | | | | | | | |

| Installation raccordée en BT | fréquence | | maximum instantané | minimum supérieur de 0 à 1,5s | tension | | présence des 3 phases (> 10 kW) | Chang d'état saut de vect. ou bien df/dt |
|--|----------------------------|----------------------------|------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|--|---------------------------------------|---|
| | $\pm 0,3$ Hz instantané | $\pm 0,5$ Hz instantané | | | minimum inférieur instantané | | | |
| <u>gén. tech^{ment} îlotable</u> | | | | | | | | |
| ou bien | | <-----> | | | | | <-----> | |
| ou bien | <-----> | | <-----> | | | | <-----> | |
| <u>gén. tech^{ment} non îlotable</u> | | <-----> | | | | | <-----> | |
| <u>gén. tech^{ment} non îlotable et =< 10kW</u> | | | | | | | | |
| ou bien | | <-----> | | | | | | |
| ou bien | | | <-----instantané-----> | | | | | |
| <10kW: ou bien selon les systèmes décrits ci-dessus ou bien avec système automatique de sectionnement selon l'art 235.01 c1) et d) du RGIE <u>photovoltaïque =<5kw</u> système automatique de sectionnement selon l'article 235.0 c1) et d) du RGIE | | | | | | | | |

NB

A côté de la protection de découplage, les protections à maxima et éventuellement la protection à courant différentiel sont aussi présentes.

5.4. **Protection particulière pour l'autoproduction**

5.4.1. Protection directionnelle

L'autoproduction peut fonctionner en îlotage limité à ses propres installations. A cet effet, l'autoprodacteur installe les protections dont il a besoin.

L'autoproduction n'est normalement pas prévue pour renvoyer de l'énergie vers le réseau de distribution. Un relais directionnel de courant ou d'énergie active est utilisé à cette fin. Il faudra s'assurer que le seuil de réglage est suffisamment bas. Ce relais doit assurer la déconnexion en instantané entre le réseau de distribution et l'autoproduction dès que le sens du courant ou de l'énergie va de l'autoproduction vers le réseau.

Cette protection n'est plus compatible lorsque l'autoprodacteur souhaite échanger de l'énergie avec le réseau, soit un échange sporadique à l'équilibre, appelé aussi "réglage à zéro", soit un échange permanent.

Si le fonctionnement des machines de l'autoprodacteur nécessite un échange d'énergie avec le réseau, la protection de découplage prévue au point 5.3.1. est à installer en lieu et place de la protection directionnelle.

5.4.2. Protection complémentaire

S'il n'y a pas de charge de distribution entre l'autoproduction et le poste source HT/MT, l'autoproduction risque de rester couplée au réseau après l'ouverture du départ MT du poste source. Pour éviter de réenclencher le départ MT sur l'autoproduction en fonctionnement et donc hors synchronisme, il est nécessaire de prévoir au poste HT/MT un détecteur de présence tension sur le départ MT qui empêche tout enclenchement du départ MT lorsqu'il est sous tension (voir fig. 1). Ce dispositif n'est exigé qu'à partir d'un niveau de puissance que le gestionnaire du réseau définit en fonction des conditions réelles rencontrées. L'installation de ce dispositif est aux frais de l'autoprodacteur.

Il peut arriver que le réenclenchement sur îlotage puisse se faire à d'autres endroits qu'au départ MT du poste HT/MT. Dans ce cas, il y a lieu soit de prévoir un même dispositif à chaque endroit, soit d'installer une protection de découplage décrite en 5.3.1.

5.4.3. Précaution

Les relais constituant la protection particulière sont scellés par le gestionnaire du réseau.

5.5. **Autres schémas de protection**

Le système de protection qui est proposé constitue un minimum technique. Dans certaines configurations des déclenchements intempestifs peuvent se produire. Ces déclenchements qui n'entament pas l'aspect sécurité tel que défini dans le domaine d'application, pourraient gêner les conditions d'exploitation. Il pourrait donc s'avérer utile de faire usage soit d'une protection par asservissement soit d'ajouter d'autres fonctionnalités à la chaîne de relais prévue ou d'en modifier certaines. Les variantes sont autorisées dans la mesure où elles remplissent les fonctions des relais qu'elles remplacent.

Dans ce cas le plan de protection est établi en concertation avec le gestionnaire du réseau.

6. **TELECOMMANDE ET TELESIGNALISATION**

Le gestionnaire du réseau peut demander l'installation d'un système de télécommande, de télécontrôle et de télésignalisation du déclenchement du disjoncteur de découplage.

7. COUPLAGE

Une mise en parallèle de l'installation de production décentralisée avec le réseau public de distribution est toujours réalisée moyennant un relais synchrocheck équipé d'un synchronoscope. Ce dispositif est de type agréé par le gestionnaire du réseau. Pour des installations avec une puissance ≤ 10 kW, ce relais peut être omis.

Lors de la prise de parallèle, la tension, la fréquence et l'écart de phase sont tels qu'ils ne provoquent pas de variations brusques relatives de la tension supérieures à 6 %.

Si la prise de parallèle se répète plusieurs fois par jour, les variations brusques de tension dues aux prises de parallèle seront limitées aux mêmes valeurs que celles requises pour le fonctionnement et définies dans le paragraphe suivant.

Pendant le fonctionnement, les variations brusques de la tension seront limitées en valeur relative à 3 % au maximum et en fonction de leur fréquence d'apparition à des valeurs inférieures de façon à ne pas perturber les autres utilisateurs raccordés au réseau. Elles ne pourront engendrer dans le réseau de distribution la gêne due au phénomène de flicker (voir annexe informative 2).

Ces considérations impliquent que la production décentralisée qui fonctionne en îlotage ne peut être recouplée au réseau qu'après vérification de la tension, de la fréquence et de l'écart de phase et qu'il ne peut pas être possible d'effectuer une prise de parallèle à un endroit non prévu, des verrouillages sont installés pour empêcher ces éventualités.

Après un déclenchement commandé par la protection de découplage, lorsque les conditions sont redevenues normales, le recouplage au réseau peut se faire automatiquement à condition de disposer d'un système de synchronisation automatique. Ces automatismes font partie des aspects particuliers de la production décentralisée dont le contrôle est demandé dans le point 3.1

8. BATTERIES DE CONDENSATEURS

S'il est fait usage de batteries de condensateurs, l'installation de production décentralisée sera pourvue, si nécessaire, de filtres destinés à éviter l'amortissement des signaux de télécommande centralisée.

D'autre part, les condensateurs doivent être débranchés en même temps que l'engin de production.

Si les conditions techniques le justifient, le gestionnaire du réseau peut imposer au producteur décentralisé le placement de condensateurs.

9. HARMONIQUES ET INTERHARMONIQUES, SIGNAUX DE TELECOMMANDE CENTRALISEE

Le niveau des harmoniques et interharmoniques qui sont générés par l'installation de production décentralisée ne peut pas provoquer de perturbation dans le réseau de distribution.

L'impact de l'installation sur les signaux de télécommande centralisée (pour le changement de période tarifaire, pour l'éclairage public...) doit également rester à des niveaux de perturbation acceptables.

Dans la plupart des cas, le niveau de perturbation de la production décentralisée s'ajoute aux niveaux de perturbation déjà existant par la présence des utilisateurs et des autres producteurs.

C'est pourquoi des mesures doivent être étudiées et appliquées au niveau de la production décentralisée de manière à ce que tout reste compatible avec un niveau de signal acceptable pour la télécommande centralisée.

10. MODE D'EXPLOITATION

La production décentralisée raccordée au réseau à moyenne tension fait l'objet d'un code de conduite établi entre l'exploitant des installations et le gestionnaire du réseau pour déterminer les séquences des manoeuvres.

11. PROTECTION CONTRE L'INJECTION DE COURANT CONTINU

Les onduleurs, qui sont équipés d'un transformateur, n'injectent pas de courant continu dans le réseau de distribution et ne nécessitent par conséquent pas de mesures de sécurité complémentaires.

Les onduleurs avec une technologie sans transformateur sont également acceptés pour autant qu'ils soient certifiés ne jamais injecter un courant continu supérieur à 1% du courant nominal ou qu'ils disposent d'un système de protection contre l'injection de courant continu. Celui-ci débranche l'onduleur en moins de 0,2 s au cas où le courant continu dépasse la valeur de seuil établie à 1% du courant nominal.

12. NORMES EMC EN VIGUEUR

| IEC (EN) standards in the field of Electromagnetic Compatibility (EMC) : Limits of emissions | | |
|--|--|--|
| | Limitation of harmonics | Limitation of voltage fluctuation and flicker |
| Small equipment of large diffusion \leq 16 A in LV | EN 61000-3-2 EMC Part 3 : Limits Section 2 : Limits for harmonic current emissions (equipment input current up to and including 16 A per phase) | EN 61000-3-3 EMC Part 3 : Limits Section 3 : Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems, for equipment with rated current \leq 16 A per phase and not subject to conditional connection |
| Equipment $>$ 16 A in LV | IEC/TS2 61000-3-4 EMC Part 3 : Limits Section 4 : Limitation of emission of harmonic currents in L-V power supply systems for equipment with rated current greater than 16 A | IEC/TS2 61000-3-5 EMC Part 3 : Limits Section 5 : Limitation or voltage fluctuations and flicker in L-V power supply systems for equipment with rated current greater than 16 A |
| Equipment \leq 75 A in LV | EN 61000-3-12 EMC Part 3 : Limits Section 12 : Limits for harmonic currents produced by equipment connected to public low-voltage systems with input current $>$ 16 A and \leq 75 A per phase | EN 61000-3-11 EMC Part 3 : Limits Section 11 : Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems - Equipment with rated current \leq 75 A and subject to conditional connection |

| | | |
|---|--|---|
| Industrial equipment for MV and HV connection | IEC/TR3 61000-3-6 EMC Part 3 : Limits Section 6 : Assessment of emission limits for distorting loads in MV and HV power systems – Basic EMC publication | IEC/TR3 61000-3-7 EMC Part 3 : Limits Section 7 : Assessment of emission limits for fluctuating loads in MV and HV power systems – Basic EMC publication |
|---|--|---|

**SCHEMA GENERAL POUR LES
INSTALLATIONS RACCORDEES EN MT**

Disponible auprès des services techniques du Gestionnaire de Réseau de Distribution concerné.

Plan de tension

Dans les réseaux MT et BT en dehors de la présence de production décentralisée, la source d'énergie est unique et en conséquence le transit d'énergie s'écoule dans un seul sens, de la source vers les consommateurs. Il en résulte un plan de tension qui atteint une valeur maximale près de la source et décroît lorsqu'on s'éloigne de celle-ci. La courbe (1) de la fig 1 illustre le phénomène. Les transformateurs MT/BT ont un rapport de transformation réglable. Le réglage est fixe et il est choisi pour compenser la diminution de la tension en MT.

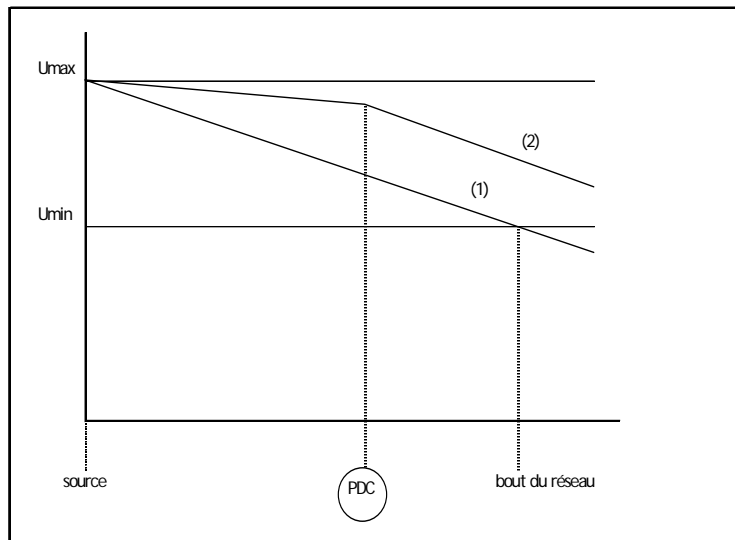


fig. 1 : profil de la MT avec et sans présence de production décentralisée

Dans cette optique, le gestionnaire de réseau règle la tension à la source que ce soit la source MT ou BT, au plus près de la tension maximale permise afin de rester dans les tolérances en bout de réseau. Si on ne procédait pas de cette façon, le rayon d'action du réseau serait fortement réduit. Près de la source MT, le rapport de transformation des transformateurs MT/BT est majoré pour ne pas dépasser la tension maximale. Inversement en bout de réseau MT, le rapport de transformation est diminué pour rester au-dessus de la tension minimale. La fig. 2 illustre cette façon de procéder.

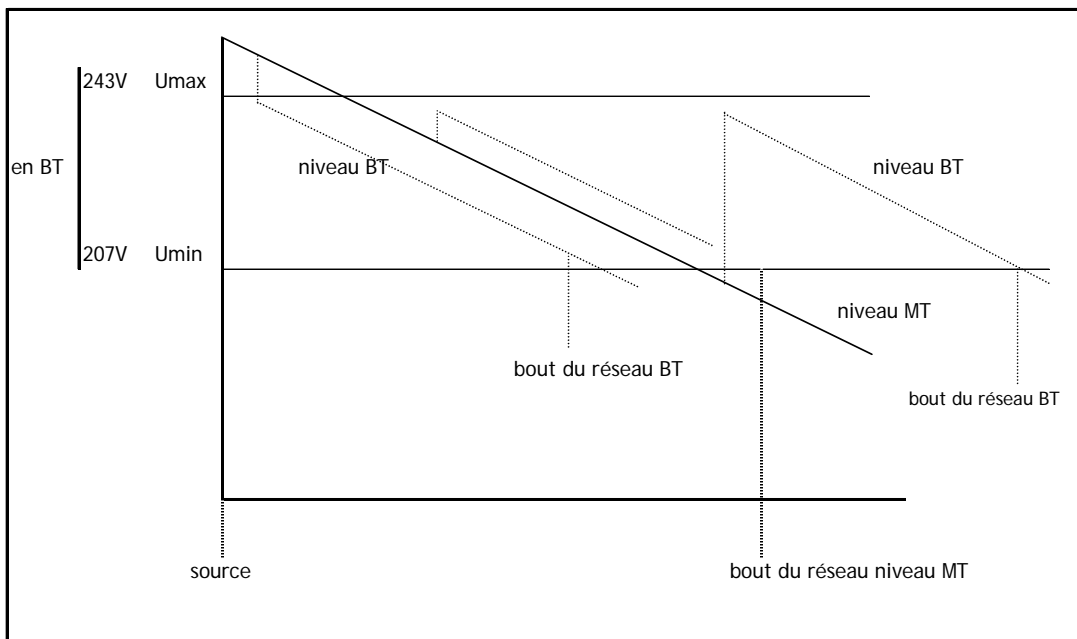


fig. 2 : profil des tensions sans production décentralisée vu à partir de la BT

La présence d'une production décentralisée dans le réseau a pour effet d'augmenter le niveau de la tension à l'endroit de son injection et ainsi de modifier le profil de répartition de cette tension. La courbe (2) de la fig.1 correspond à un exemple d'élévation de tension. Il s'en suit que cette élévation de tension peut provoquer un dépassement de la tension maximum admissible. Ceci est montré dans la fig. 3.

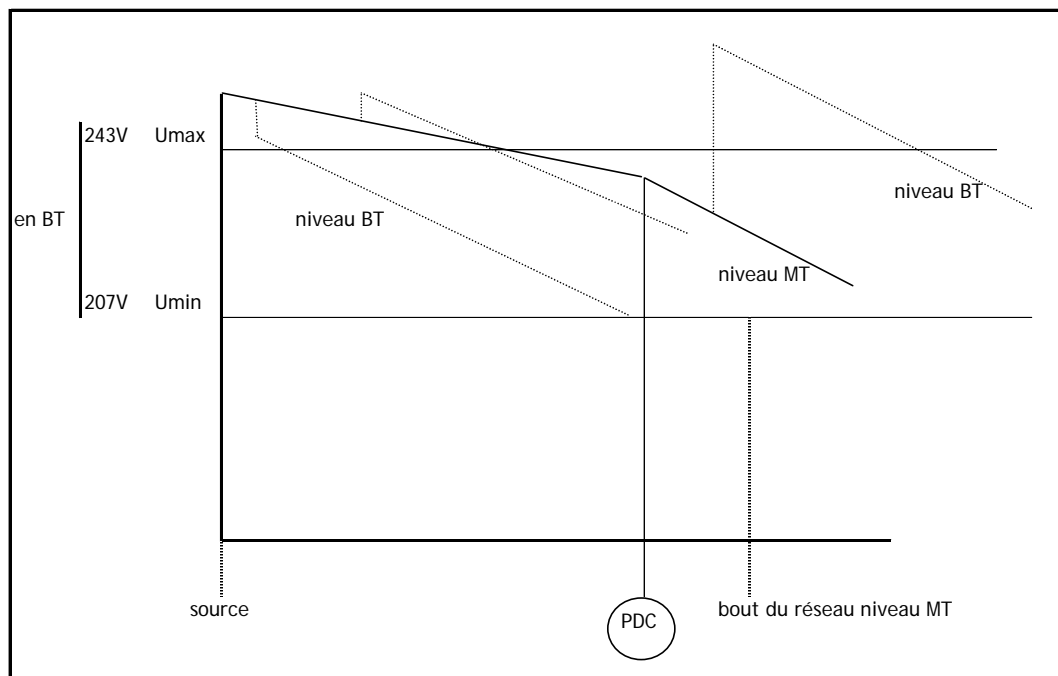


fig. 3 : profil des tensions avec présence de production décentralisée vu à partir de la BT

Le réglage individuel des transformateurs MT/BT n'est pas adaptable de façon automatique, il est fixé à l'installation du transformateur et n'est pas modifié en fonction d'une présence de production décentralisée.

Le point 2 des présentes prescriptions stipule que le raccordement au réseau doit être effectué en respectant le plan de tension. Lorsqu'il y a un problème de tension, un renforcement du réseau sera proposé en vue de diminuer les variations de la tension. Par contre si on veut éviter les frais dus au renforcement, il faudra veiller à maîtriser la tension au point d'injection. Cet objectif pourra être atteint soit par une régulation de tension propre au générateur par exemple en régulant la puissance, soit par une limite adaptée de la tension maximale de la protection de découplage.

En résumé, les solutions pour remédier aux surtensions, se présentent sous forme de 3 types

- le renforcement du réseau
- la régulation de la tension fournie
- la limitation par la protection de découplage

Si la variation du plan de tension entre la situation de présence et de non présence de la production décentralisée n'excède pas 3%, il ne devrait pas y avoir de problème de surtension.

Si la variation dépasse 3%, une régulation de tension automatique qui limite les écarts de tension pourra être exigée.

Raccordement des éoliennes

Introduction

Les éoliennes étant propulsées par une force essentiellement variable, elles constituent généralement une charge fluctuante et sont dès lors susceptibles de provoquer des variations de tension et principalement le phénomène de flicker.

Comme pour toute autre production décentralisée, les prescriptions techniques sont d'application. Cette annexe est une aide à la décision en ce qui concerne l'application du point 2 « Raccordement » et du point 7 « Couplage ». Les estimations qui y sont proposées ne modifient pas la responsabilité du producteur décentralisé quant au respect des limites d'émission due aux charges fluctuantes.

L'application fait largement référence aux notions et estimations décrites dans la publication CEI 61400-21 « Measurement and assessment of power quality characteristics of grid connected wind turbines ».

Les estimations font intervenir des données propres aux réseaux et aux éoliennes. Avec ces données et à l'aide de formules proposées par la norme, on vérifie que les perturbations émises ne dépassent pas les seuils de tolérance. Les seuils de tolérance relatifs au flicker sont déduits du document 61000-3-7 « Evaluation des limites d'émission des charges fluctuantes sur les réseaux MT et HT ».

Caractéristiques du réseau

Le réseau qui fait l'objet d'une demande d'acceptation d'un raccordement d'éolienne est caractérisé par 5 éléments :

- DG_{exist} : la puissance de production décentralisée, hors éolienne, déjà raccordée sur le poste HT/MT concerné
- WT_{exist} : la puissance éolienne déjà raccordée sur le poste HT/MT concerné
- P_{smtr} : la puissance du plus petit transformateur. C'est la puissance du plus petit transformateur dans la configuration du réseau dans laquelle l'éolienne ou les éoliennes à raccorder doit/doivent pouvoir fonctionner. Cela peut être la situation n ou n-1 du réseau. La situation n est la situation du réseau sans élément défectueux, la situation n-1 est la situation avec 1 élément de réseau défectueux. On peut décider qu'il n'est pas prévu que la totalité des éoliennes fonctionnent en cas d'avarie, situation n-1.
- PCC : le point de couplage commun PCC, est par définition, le point électriquement le plus proche d'une charge particulière, situé sur le réseau de distribution, auquel d'autres charges sont ou pourraient être raccordées.
- Sk : la puissance de court-circuit à l'endroit du PCC.
- Ψ : l'angle de l'impédance du réseau. $\Psi = \arctan X/R$.

Caractéristiques du système éolien

- Sn : la puissance apparente d'une éolienne.
- N : le nombre d'éoliennes à raccorder.
- $\cos \varphi$: le facteur de puissance minimum.

- $c(\Psi, v)$: le coefficient de flicker en régime continu. Il caractérise le comportement au flicker des éoliennes lorsque l'intensité du vent n'entraîne pas un décrochage soit par insuffisance soit par excès.

Ce coefficient est généralement fourni dans un tableau en fonction de l'angle Ψ .

- $K_f(\Psi)$: le coefficient de flicker des opérations d'enclenchements et de déclenchements. Il caractérise le comportement au flicker des éoliennes lorsque l'intensité du vent entraîne un décrochage soit par insuffisance soit par excès. Ce coefficient est généralement fourni dans un tableau en fonction de l'angle Ψ .
- $K_u(\Psi)$: le coefficient des variations de tension. Il caractérise le comportement à l'égard de la variation de la tension due aux éoliennes pendant l'enclenchement ou le déclenchement.
- N_{10}, N_{120} : le nombre d'opérations d'enclenchement ou de déclenchement attendues respectivement pendant 10 minutes et 2 heures.

Tolérances

Conditions préalables

- $\sum(DG_{\text{exist}} + WT) \leq P_{\text{smtf}}$: le contrôle de la conduite de la charge locale est assuré si la puissance totale des productions décentralisées y compris celle des éoliennes n'excède pas la puissance du plus petit transformateur tel que défini plus haut.
- $\cos \varphi \geq 0,95$: le facteur de puissance est supérieur ou égal à 0,95.

Condition simplifiée (stade 1)

$\sum[WT(-1\text{kmé})] < 0,4 \% S_k$: la condition simplifiée est rencontrée si la puissance des éoliennes dont le PCC est à moins d'un kilomètre électrique (1 km de réseau), ajoutée au système éolien examiné est inférieure à 0,4 % de la puissance de court-circuit à l'endroit du PCC du système éolien. Cette condition simplifiée correspond au stade 1 du rapport 61000-3-7. (voir point 7.1 du rapport).

Conditions correspondant au stade 2 du rapport 61000-3-7

$$- S_{m_{\text{mean}}} = (S_{m_{\text{min}}} + S_{m_{\text{max}}})/2 = (P_{\text{smtf}} + N * S_n + WT_{\text{exist}} + 2 P_{\text{smtf}})/2$$

Au préalable il faut déterminer la puissance fluctuante à prévoir. A défaut de plus amples précisions, on prendra la moyenne entre un minimum prévisible et le maximum à ne pas dépasser. Un minimum prévisible est obtenu en prenant la puissance du plus petit transformateur à laquelle on ajoute les puissances éoliennes. La puissance fluctuante maximum à ne pas dépasser s'élève à 2 fois la puissance du plus petit transformateur.

$$- EP_{\text{st}} < 0,6(N * S_n / S_m)^{1/3} \text{ et } EP_{\text{lt}} < 0,5(N * S_n / S_m)^{1/3}$$

Les émissions permises en termes de Pst et de Plt sont exprimées par les formules ci-dessus. Le coefficient de transfert entre le réseau HT et MT a été supposé égal à 1. Pst se réfère à la probabilité de flicker pendant un court intervalle (10 minutes) tandis que Plt correspond à un long intervalle (2 heures)(voir point 7.2.2 du rapport 61000-3-7).

$$- d < 3\%$$

A supposer qu'il y ait moins de 11 opérations d'enclenchement ou de déclenchement par heure, la variation de tension est inférieure à 3 %. (voir tableau 8 du point 9 du rapport 61000-3-7).

Vérification

Pas de commentaires spéciaux pour la vérification des conditions préalables et de la condition simplifiée.

La norme 61400-21 donne des formules d'approximation :

- En régime continu :

$$EP_{st} = EP_{It} = c(\Psi) \cdot (N)^{0.5} \cdot S_n / S_k \text{ (voir 8.3.1 Eq.19).}$$

- En opération d'enclenchement et déclenchement si $N > 1$:

$$EP_{st} = (18/S_k) \cdot (N \cdot N_{10}) \cdot [K_f(\Psi) \cdot S_n]^{3.2 \cdot 0.31} \text{ (voir 8.3.2 Eq.22).}$$

$$EP_{It} = (8/S_k) \cdot (N \cdot N_{120}) \cdot [K_f(\Psi) \cdot S_n]^{3.2 \cdot 0.31} \text{ (voir 8.3.2 Eq.23).}$$

- Et si $N = 1$:

$$P_{st} = 18 \cdot N_{10}^{0.31} \cdot K_f(\Psi) \cdot S_n / S_k \text{ (voir 8.3.2 Eq.20)}$$

$$P_{st} = 8 \cdot N_{120}^{0.31} \cdot K_f(\Psi) \cdot S_n / S_k \text{ (voir 8.3.2 Eq.21)}$$

La variation de tension lors des opérations d'enclenchement ou de déclenchement est évaluée par :

$$d = K_u(\Psi) \cdot S_n / S_k \text{ (voir 8.3.2 Eq.24)}$$

Acceptation

Le système éolien est accepté tant qu'il n'émet pas de variations supérieures aux limites définies. A cet effet, lorsque la puissance éolienne est supérieure à 2% de la puissance de court-circuit au PCC, un contrôle permanent des caractéristiques de la tension est prévu par le producteur décentralisé du système éolien. Le contrôle permanent est décrit/ est ratifié par le gestionnaire de réseau. Le contrôle est normalement placé au PCC.

Exemple fictif de traitement (voir page suivante)

| network data | | | variant 1 | variant 2 |
|--------------|--|--------------|-----------|-----------|
| | existing decentralised generation | DG_{exist} | 3 | 4 |
| | existing WT | WT_{exist} | 1,8 | 2,8 |
| | power of the smaller tfo | P_{smtf} | 20 | 30 |
| | minimal short-circuit power of the grid at the PCC (MVA) | Sk | 150 | 180 |
| | network impedance phase angle | ψ | 90 | 90 |

| WTGS data | | | variant 1 | variant 2 |
|-----------|--|--------------|-----------|-----------|
| | apparent power of an individual WT (VA*10 ⁶) | S_n | 1,5 | 1,5 |
| | number of WT | N | 5 | 5 |
| | minimum power factor | $\cos \Phi$ | 0,99 | 0,95 |
| | flicker coefficient for continuous operation | $c(\psi, v)$ | 8 | 5 |
| | flicker step factor | $K_f(\psi)$ | 1 | 0,6 |
| | voltage change factor | $K_u(\psi)$ | 1 | 0,6 |
| | number of switching operations of one WT within a 10 minutes period | N_{10} | 2 | 2 |
| | number of switching operations of one WT within a 120 minutes period | N_{120} | 4 | 4 |

| tolerance assessment | | | variant 1 | variant 2 |
|---|---|------------------|-----------|-----------|
| prior condition | | | | |
| | sum of decentralised generation < P_{smtfs} | $\Sigma DG+WT$ | 20 | 30 |
| | power factor | $\cos \Phi \geq$ | 0,95 | 0,95 |
| Acceptation with simplified stipulation | | | | |
| | sum of WT in the neighbourhood ⁽¹⁾ < 0.4 % Sk | $N^{(1)}*S_n$ | 0,60 | 0,72 |
| if not according to IEC 61000-3-7 | | | | |
| | expected possible fluctuating power between $S_{min}^{(2)}$ and $S_{max}^{(3)}$ | S_{mean} | 34,65 | 50,15 |
| | with a transfer coef = 1; limit max of < $0.6(N*S_n/S_m)^{1/3}$ | $EPst <$ | 0,36 | 0,32 |
| | with a transfer coef = 1; limit max of < $0.5(N*S_n/S_m)^{1/3}$ | $EPlt <$ | 0,30 | 0,27 |
| | relative voltage change (from 2 to 10 changes over 1 hour) | $d <$ | 3% | 3% |

⁽²⁾ $S_{min} = P_{smtf} + N*S_n + WT_{exist} = 29,3 \quad 40,3$ ⁽³⁾ $S_{max} = 2 P_{smtf} = 40 \quad 60$

| to check | MV requirements | | formula | results | | | |
|--|-----------------|-------------|---|-----------|-----------|-------|-----|
| | variant 1 | variant 2 | | variant 1 | variant 2 | | |
| <u>prior condition</u> | | | | | | | |
| $\Sigma DG+WT$ | < 20 | < 30 | $DG_{exist} + WT_{exist} + N*S_n$ | 12,3 | ok | 14,3 | ok |
| $\cos \Phi$ | $\geq 0,95$ | $\geq 0,95$ | | 0,99 | ok | 0,95 | ok |
| <u>simplified stipulation</u> | | | | | | | |
| $N^{(1)}*S_n$ | < 0,60 | < 0,72 | $N^{(1)}*S_n$ | 7,5 | nok | 7,5 | nok |
| if not according to IEC 61400-21 | | | | | | | |
| <u>continuous operation</u> | | | | | | | |
| $EPst$ | < 0,36 | < 0,32 | $c(\psi)*(N)^{0.5}*S_n/Sk$ | 0,179 | ok | 0,093 | ok |
| $EPlt (=EPst)$ | < 0,30 | < 0,27 | $c(\psi)*(N)^{0.5}*S_n/Sk$ | 0,179 | ok | 0,093 | ok |
| <u>switching operation (in case of N > 1)</u> | | | | | | | |
| $EPst$ | < 0,36 | < 0,32 | $(18/Sk)*(N*N_{10}*[K_f(\psi)*S_n]^{3.2,0.31})$ | 0,328 | ok | 0,165 | ok |
| $EPlt$ | < 0,30 | < 0,27 | $(8/Sk)*(N*N_{120}*[K_f(\psi)*S_n]^{3.2,0.31})$ | 0,181 | ok | 0,091 | ok |
| d | < 3% | < 3% | $K_u(\psi)*S_n/Sk$ | 1,0% | ok | 0,5% | ok |
| <u>switching operation (in case of N = 1)</u> | | | | | | | |
| $EPst$ | < 0,36 | < 0,32 | $18*N_{10}^{0.31}*K_f(\psi)*S_n/Sk$ | 0,223 | ok | 0,112 | ok |
| $EPlt$ | < 0,30 | < 0,27 | $8*N_{120}^{0.31}*K_f(\psi)*S_n/Sk$ | 0,123 | ok | 0,061 | ok |
| d | < 3% | < 3% | $K_u(\psi)*S_n/Sk$ | 1,0% | ok | 0,5% | ok |
| <u>monitoring PQ</u> | | | | | | | |
| $N*S_n/Sk$ | > 2% | > 2% | $N*S_n/Sk$ | 5,0% | yes | 4,2% | yes |

ok means acceptance provided real measurements prove to be included into the limits

Système automatique de sectionnement

Le système automatique de sectionnement doit satisfaire aux exigences de l'article 235.01 c1) et d) du RGIE à savoir :

1. être constitué de deux éléments placés en série assurant chacun le découplage entre le circuit et le réseau de distribution. Un des éléments garantit la séparation physique au moyen d'un interrupteur-sectionneur omnipolaire automatique; le second élément pouvant être, en dérogation, un système de sectionnement électronique
2. assurer une coupure galvanique intervenant :
en moins de 0,2 sec lorsque :
 - la tension aux bornes de la source autonome est inférieure à 80% de la tension nominale du réseau;
 - la tension aux bornes de la source autonome est supérieure à 106% de la tension nominale du réseau;
 - l'écart de fréquence est supérieur à 0,2Hz.

en moins de 5 sec lorsque l'alimentation du réseau est déconnectée ou disparaît.

3. empêcher la manoeuvre de raccordement de la source autonome au réseau de distribution lorsque les caractéristiques de la tension ou de la fréquence aux bornes de la source autonome¹⁾ se situent hors des limites définies au point 2 ci-dessus.

¹⁾ il faut comprendre « aux bornes du réseau où la source autonome se raccorde »

Le gestionnaire de l'installation prouvera la conformité à l'appui d'un certificat délivré sur base d'un rapport d'essais exécuté :

- ou bien selon le projet de norme DIN VDE 0126 d'avril 1999 dans lequel au point 3.4 " $\geq 115\% U_N$ " est remplacé par " $\geq 106\% U_N$ "
- ou bien selon un programme d'essai décrit ci-dessous

Programme d'essai

1. Contrôle du sectionnement :

Le système doit être constitué de deux éléments placés en série assurant chacun le découplage entre le circuit et le réseau de distribution. Un des éléments garantit la séparation physique au moyen d'un interrupteur-sectionneur automatique; le second élément peut être un système de sectionnement électronique.

2. Contrôle des limites de tension et de fréquence :

| Essai | Valeurs limites sur une des phases | Temps de Découplage |
|--------------------|------------------------------------|----------------------|
| Minimum de tension | $0,8 U_N$ | $\leq 0,2 \text{ s}$ |
| Maximum de tension | $1,06 U_N$ | $\leq 0,2 \text{ s}$ |
| Fréquence | $50\text{Hz} \pm 0,2\text{Hz}$ | $\leq 0,2 \text{ s}$ |

3. Contrôle de l'îlotage :

| Charge alimentée par le système fonctionnant en parallèle avec le réseau | Variation de la charge active P et réactive Q après interruption de la parallèle avec le réseau | Temps de découplage |
|--|---|---------------------|
| $0,7 P_N < P < P_N$ | ΔP et $\Delta Q < 0,1 P$ et Q ΔP et $\Delta Q > 0,1 P$ et Q | ≤ 5 s |
| $0,35 P_N < P < 0,7 P_N$ | ΔP et $\Delta Q < 0,1 P$ et Q ΔP et $\Delta Q > 0,1 P$ et Q | ≤ 5 s |
| $0 P_N < P < 0,35 P_N$ | ΔP et $\Delta Q < 0,1 P$ et Q ΔP et $\Delta Q > 0,1 P$ et Q | ≤ 5 s |

L'essai d'îlotage est mené de la façon décrite ci-dessous :

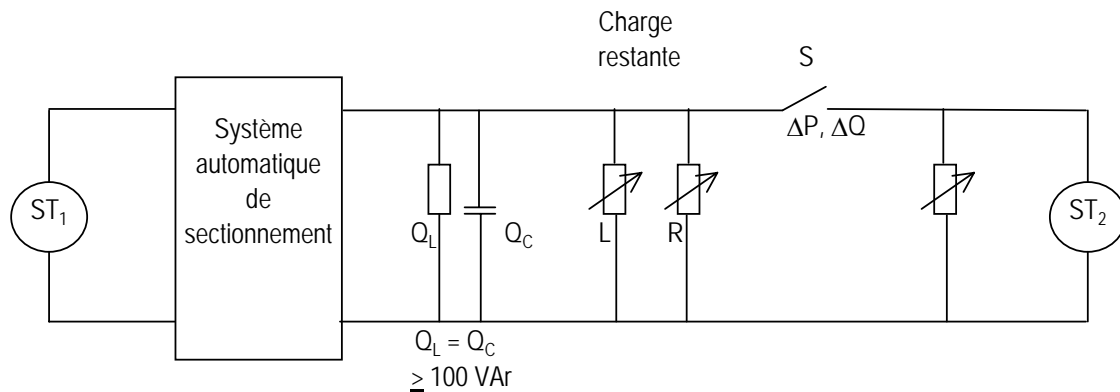


Fig 1 : montage pour l'essai du contrôle d'îlotage

ST_1 et ST_2 sont des sources stables qui maintiennent pendant le test, la tension et la fréquence dans les limites définies au contrôle 2.

Un circuit résonant avec une puissance réactive $Q_C = Q_L$ de minimum 100 VAr simule la partie du réseau de distribution dans l'îlotage.

L'îlotage est provoqué à trois points de fonctionnement du système automatique de sectionnement. Pour chaque point de fonctionnement deux situations sont envisagées. D'une part, une situation de quasi-équilibre, avant et après l'ouverture du sectionneur S , la charge du système n'est pas fortement modifiée et d'autre part, une situation où la charge est modifiée de plus de 10%. Dans les 2 cas, le découplage doit agir en moins de 5 secondes.

Exemple pour l'énergie active : Si le système automatique de sectionnement est calibré pour une puissance nominale P_N de 15 kW, ST_1 pourrait prendre les 3 valeurs 12 ; 7 et 4 kW. En ce cas, la charge restante sera respectivement comprise dans l'intervalle des couples [10,8 et 13,2 kW], [6,3 et 7,7 kW], [3,6 et 4,4 kW] pour la situation de quasi-équilibre et en dehors de ces couples pour la situation de forte modification de la charge.

| Charge alimentée par le système fonctionnant en parallèle avec le réseau | Variation de la charge active P et après interruption de la parallèle avec le réseau | Temps de découplage |
|--|--|---------------------|
| $0,7 P_N < P=12 \text{ kW} < P_N$ | [10,8 - 13,2] < 0,1 P] 10,8 - 13,2 [> 0,1 P | $\leq 5 \text{ s}$ |
| $0,35 P_N < P=7 \text{ kW} < 0,7 P_N$ | [6,3 - 7,7] < 0,1 P] 6,3 - 7,7 [> 0,1 P | $\leq 5 \text{ s}$ |
| $0 P_N < P=4 \text{ kW} < 0,35 P_N$ | [3,6 - 4,4] < 0,1 P] 3,6 - 4,4 [> 0,1 P | $\leq 5 \text{ s}$ |

4. Contrôle de l'empêchement de la manœuvre :

Il faut vérifier l'impossibilité de la manœuvre de raccordement de la source autonome au réseau de distribution lorsque les caractéristiques de la tension ou de la fréquence aux bornes du réseau se situent hors des limites définies au contrôle 2 (contrôle des limites de tension et fréquence).