



Directive

Installations de production d'énergie (IPE) en exploitation parallèle ou en îlot avec le réseau de distribution à basse tension



Auteur	ESTI
Valable à partir du	01.10.2017
Remplace	ESTI n° 219.0516 f

Téléchargement sous :

www.esti.admin.ch
Documentation_Directives ESTI
N° 219

Inspection fédérale des installations à courant fort ESTI
Luppenstrasse 1
8320 Fehraltorf
Tél. 044 956 12 12
info@esti.admin.ch
www.esti.admin.ch

Table des matières

	Page
1. Champ d'application	3
2. Généralités	3
3. Obligation d'approbation	4
4. Obligation d'autorisation pour travaux d'installation	6
5. Contrôle de réception	6
6. Raccordement au réseau	7
7. Dispositifs de mesure et de commande	7
8. Dispositifs de couplage	7
9. Dispositifs de protection	8
10. Compensation de la puissance réactive	9
11. Conditions de couplage	10
12. Rétroactions sur le réseau	11
13. Rétroactions sur les télécommandes centralisées	11
14. Mise en service	12
15. Exploitation	12
16. Exemples d'exécution	14
Exemple 1 : IPE en exploitation parallèle sans exploitation en îlot	14
Exemple 2 : IPE en exploitation parallèle avec exploitation en îlot	14
Exemple 3 : IPE avec onduleur en exploitation parallèle	16
Exemple 4 : Raccordement du générateur pour exploitation en parallèle, injection basse tension, station transformatrice à l'extérieur du bâtiment	17
Exemple 5 : Raccordement du générateur sans exploitation en parallèle, injection basse tension, station transformatrice à l'extérieur du bâtiment, selon prescriptions de l'exploitant de réseau	18
Exemple 6 : Raccordement du générateur à une station transformatrice avec système TN-C, exploitation en parallèle ou en îlot	19
Exemple 7 : Raccordement d'un générateur déporté à une station transformatrice avec mise à la terre séparée, exploitation en parallèle ou en îlot	20
Exemple 8 : Possibilités de raccordement du générateur sans exploitation en parallèle	21
Demande de raccordement pour installation de production d'énergie électrique (IPE) en exploitation parallèle avec le réseau de distribution	22

1. Champ d'application

Cette directive s'applique à la planification, la construction, la modernisation et l'exploitation d'installations de production d'énergie (IPE) qui sont raccordées au réseau de distribution à basse tension de l'exploitant de réseau.

Exemples d'IPE :

- groupes électrogènes de secours diesel ;
- installations hydroélectriques ;
- centrales thermiques en montage bloc, couplage chaleur-force (CCF) ;
- installations éoliennes ;
- installations photovoltaïques.

L'injection de l'énergie électrique peut être assurée au moyen de générateurs synchrones ou asynchrones avec raccordement direct ou par l'intermédiaire d'un onduleur.

Des exigences techniques supplémentaires doivent être respectées lors du raccordement au réseau moyenne tension.

La directive ESTI n° 233 Photovoltaïque solaire (PV) - Systèmes d'alimentation électrique est en outre applicable aux installations photovoltaïques.

2. Généralités

Les IPE doivent être construites conformément aux dispositions et prescriptions de l'exploitant de réseau, de façon à ce qu'elles conviennent à la mise en parallèle avec le réseau et que des rétroactions perturbatrices sur le réseau ou sur d'autres installations soient exclues.

Pour la construction et l'exploitation des installations électriques, les lois, prescriptions et normes suivantes doivent être respectées :

- Loi fédérale concernant les installations électriques à faible et à fort courant (LIE ; RS 734.0) ;
- Ordonnance sur les installations électriques à courant fort (Ordonnance sur le courant fort ; RS 734.2) ;
- Ordonnance sur la procédure d'approbation des plans des installations électriques (OPIE ; RS 734.25) ;
- Ordonnance sur les installations électriques à basse tension (OIBT ; RS 734.27) ;
- Ordonnance sur les matériels électriques à basse tension (OMBT ; RS 734.26) ;
- Ordonnance sur la compatibilité électromagnétique (OCEM ; RS 734.5) ;
- EN 50160 Caractéristiques de la tension fournie par les réseaux publics d'alimentation en électricité ;
- EN 50438 Prescriptions pour le raccordement de micro-générateurs au réseau public à basse tension ;
- norme pour les installations basse tension (NIN ; SN 411000) ;
- DACHCZ règles techniques pour l'évaluation des perturbations du réseau ;
- recommandation pour le raccordement au réseau des installations de production d'énergie RR/IPE-CH 2014 ;
- prescriptions d'entreprise de l'exploitant de réseau.

L'exploitant de réseau peut exiger des modifications et des extensions d'une installation à construire ou existante, dans la mesure où celles-ci sont nécessaires pour assurer une alimentation fiable et exempte de perturbations, surtout en ce qui concerne les contraintes fixées par le réseau de distribution.

3. Obligation d'approbation

Les IPE d'une puissance totale dépassant 30 kVA qui sont raccordées à un réseau de distribution sont soumises à approbation des plans selon art. 1 al. 1 let. b de l'OPIE. Les travaux d'installation sur une IPE d'une puissance totale ≤ 30 kVA qui est raccordée à un réseau de distribution à basse tension doivent être annoncés à l'exploitant de réseau selon art. 23 de l'OIBT. Pour des IPE exploitées en îlot sans raccordement au réseau de distribution à basse tension, un rapport de sécurité doit être remis à l'ESTI lors de la mise en service selon art. 35 al. 2 de l'OIBT.

Disposition Installation de production d'énergie	Obligation d'approbation par l'ESTI selon art. 1 al. 1 let. b OPIE	Obligation d'annonce à l'exploitant de réseau selon art. 23 al. 1 OIBT	Obligation d'annonce à l'ESTI selon art. 35 al. 2 OIBT
Stationnaire, mobile Exploitation en parallèle au réseau			
≤ 3,6 kVA	Non	Oui	Non
> 3,6 kVA	Non	Oui	Non
> 30,0 kVA	Oui	Oui	Non
Stationnaire, mobile Exploitation en îlot			
Tous	Non	Non	Oui

La commutation (réseau/neutre/îlot) est soumise à l'obligation d'annonce à l'exploitant de réseau. Les IPE à tension de plus de 1000 V en courant alternatif et 1500 V en courant continu sont dans tous les cas soumises à l'obligation d'approbation.

Toutes les installations électriques sont soumises au contrôle selon l'OIBT.

Un rapport de sécurité (RS) avec protocole d'essais et mesures doit être établi.

Pour les IPE soumises à approbation, l'entrepreneur, le propriétaire de l'exploitation ou son représentant doit fournir un projet à l'ESTI selon art. 2 de l'OPIE et une demande de raccordement à l'exploitant de réseau avant la construction de l'installation.

Les documents suivants doivent être remis en double exemplaire à l'ESTI :

- le propriétaire, l'emplacement, le type et la conception de l'installation projetée, ainsi que sa relation avec les installations existantes ;
- les raisons du projet ;
- les aspects liés à la sécurité, telles que précisions concernant les données de production resp. caractéristiques des machines, genre de courant, tensions et nature des mises à la terre ;
- un schéma de l'installation et des mises à la terre, avec indication des sections des conducteurs de phase, du neutre et du conducteur de protection ;
- les interactions éventuelles avec d'autres objets, par exemple des conditions d'exploitation

particulières qui ne ressortent ni du schéma ni des dessins, telles que p. ex. traitement du neutre lors de l'exploitation en parallèle et de l'éventuelle exploitation en îlot, but et fonctionnement des dispositifs de protection ;

- les incidences sur l'environnement et le paysage ;
- le cas échéant, la coordination avec l'aménagement du territoire, notamment les plans directeurs et d'affectation des cantons ;
- les frais de construction de l'installation ;
- une demande de raccordement à l'exploitant de réseau concerné pour une IPE pour mise en parallèle avec les réseaux d'alimentation en électricité dûment remplie et signée.

À voir également : directive ESTI n° 235 selon art. 2 et 4 OPIE pour la remise des projets, leurs exigences et le piquetage.

La construction de l'installation ne peut débuter que lorsque les plans ont été approuvés. L'achèvement de l'installation doit être notifié par un avis écrit envoyé à l'ESTI. Un protocole de mise en service et un rapport de sécurité pour le raccordement au réseau de distribution à basse tension précisant que l'installation correspond aux prescriptions de la législation et aux règles reconnues de la technique sont à joindre à l'avis d'achèvement.

Explications concernant la demande de raccordement des installations de production d'énergie électrique (voir annexe)

Généralités

Une seule demande de raccordement suffit pour le raccordement de plusieurs IPE identiques sur le même emplacement. L'exploitant de réseau peut demander des indications supplémentaires si nécessaire.

La demande de raccordement doit être remise pour :

IPE prévues pour une exploitation parallèle au réseau d'alimentation en électricité. Un projet doit être préalablement remis à l'ESTI pour approbation lorsque la puissance dépasse 30 kVA et que l'installation sera raccordée à un réseau de distribution. Un rapport de sécurité doit être remis à l'ESTI lors de la mise en service selon art. 35 al. 2 OIBT pour des installations exploitées en îlot.

Renseignements pour remplir la demande de raccordement :

Section 1

- Le fait de remplir correctement et intégralement les rubriques permet à l'exploitant de réseau de procéder aux clarifications nécessaires au niveau du réseau et de prendre d'éventuelles mesures nécessaires à une exploitation fiable de l'IPE dans le réseau d'alimentation en électricité ou dans l'installation du client.

Section 2

- Les données sont nécessaires pour des raisons de statistiques et pour l'établissement ultérieur du contrat.

Section 3

- Les installations chaleur-force (CCF) peuvent travailler en régime de chaleur ou en régime de courant. Pour les installations en régime de chaleur, la puissance d'injection au réseau est réglée selon les besoins de chaleur. Pour les IPE en régime de courant, la puissance d'injection au réseau est réglée selon les besoins en courant électrique.
- Pour indiquer la puissance maximale fournie au réseau d'alimentation en électricité, il faut tenir compte du fait que pendant les weekends ou les jours fériés le propre besoin de courant peut être très faible, tandis que l'IPE travaille à pleine puissance.
- Sous « puissance maximale en cas de panne de l'installation » il faut indiquer la puissance

globale que l'exploitant de réseau doit fournir au client en cas de panne de l'IPE. Lors d'une panne de l'IPE, il faut tenir compte du fait que l'exploitant de réseau ne devra pas remplacer la puissance dans sa totalité, car certains consommateurs seront mis hors service ou une partie de la puissance de l'IPE était destinée à être injectée dans le réseau d'alimentation en électricité.

Section 4

Cette section contient des indications qui dépendent du type d'installation.

- Pour une installation CCF, la « puissance thermique » maximale de l'IPE à charge nominale est exigée.
- Pour l'onduleur des installations photovoltaïques, la surface des panneaux collecteurs en m² est exigée ; ceci pour des raisons statistiques.
- La puissance de la compensation de puissance réactive doit être indiquée pour les générateurs asynchrones et les installations munies d'onduleurs.
- Le $\cos \varphi$ au point de fourniture de l'énergie (bornes de raccordement du compteur) doit être indiqué comme facteur de puissance.

Section 5

- Le concept de protection doit satisfaire aux exigences de la section IPE des PDIE.
- L'exploitant de réseau local vous communiquera sur demande la puissance de court-circuit au point de raccordement pour le dimensionnement des commutateurs.

4. Obligation d'autorisation pour travaux d'installation

Les IPE avec ou sans raccordement à un réseau de distribution à basse tension sont, selon art. 2 al. 1 let. c de l'OIBT, des installations électriques. L'art. 6 de l'OIBT stipule que celui qui établit, modifie ou entretient des installations électriques et celui qui veut y raccorder à demeure des matériels électriques fixes ou qui débranche, modifie ou entretient de tels raccordements doit être titulaire d'une autorisation d'installer accordée par l'ESTI.

Les travaux d'installation des IPE du point de raccordement au réseau jusqu'au commutateur principal de l'installation sont soumis à l'obligation d'autorisation selon l'OIBT. Pour le raccordement au réseau, une autorisation générale d'installer pour personne physique (art. 7 OIBT) ou pour des entreprises (art. 9 OIBT) est nécessaire.

Seuls les articles 1-5 de l'OIBT s'appliquent aux IPE avec une tension alternative maximale de 50 V ou continue de 120 V et un courant d'exploitation maximum de 2 A. Elles ne sont pas soumises à l'obligation d'autorisation pour travaux d'installation. Si de telles installations peuvent mettre en danger des personnes et des choses, l'OIBT s'applique dans son ensemble (voir art. 1 al. 3 OIBT).

5. Contrôle de réception

Pour les IPE soumises à approbation, l'ESTI contrôle, en règle générale dans un délai d'une année suivant l'achèvement que l'installation a été construite selon les prescriptions et conformément aux plans approuvés (voir art. 13 OPIE). La base du contrôle de réception est constituée de l'avis d'achèvement selon art. 12 de l'OPIE et du rapport de sécurité selon art. 37 de l'OIBT pour le raccordement au réseau de distribution à basse tension.

Dans le cas d'installations raccordées à un réseau de distribution à basse tension, le rapport de sécurité selon l'OIBT doit être remis à l'exploitant de réseau. Le contrôle indépendant selon art. 35 al. 3 de l'OIBT doit être demandé par le propriétaire de l'installation électrique si celle-ci est apposée/fixée sur un objet dont les installations électriques sont soumises à une périodicité de contrôle de moins de 20 ans.

S'il s'agit d'une installation non raccordée à un réseau de distribution à basse tension et prévue

pour l'injection dans une installation fixe, le propriétaire doit remettre le rapport de sécurité à l'ESTI lors de la mise en service (selon art. 35, al. 2 de l'OIBT).

6. Raccordement au réseau

Les IPE qui doivent être exploitées en parallèle au réseau doivent être raccordées à poste fixe du côté réseau d'alimentation des dispositifs de protection de surintensité des circuits de consommation.

Le raccordement au réseau est spécifié par l'exploitant de réseau en tenant compte des conditions du réseau, de la puissance et du mode de fonctionnement de l'IPE, ainsi que des intérêts légitimes de l'exploitant de l'IPE. Ceci dans le but de garantir une exploitation exempte de rétroactions perturbatrices de l'IPE et d'empêcher toute répercussion négative sur l'alimentation d'autres clients.

Les IPE peuvent, conformément aux prescriptions de l'exploitant de réseau, être raccordées en monophasé au réseau.

L'appréciation de la possibilité de raccordement a lieu en fonction de la puissance de court-circuit du réseau au point de raccordement, de la puissance de raccordement ainsi que du genre et du mode d'exploitation de l'IPE.

Le raccordement est effectué par le biais d'un poste de couplage avec fonction de séparation, accessible en permanence au personnel de l'exploitant de réseau.

Les postes de couplage accessibles en permanence sont :

- coupe-surintensité de raccordement ;
- armoire de distribution de câble ;
- station de transformation.

7. Dispositifs de mesure et de commande

Le genre et le nombre des dispositifs de mesure indispensables (compteurs EAE) et d'appareils de commande dépendent des conditions du contrat régissant le prélèvement et la fourniture d'énergie électrique.

Les compteurs, convertisseurs de mesures, bornes de contrôle et télérecepteurs utilisés comme dispositifs de mesure et de commande sont appelés de manière générale appareils tarifaires.

Un accord avec l'exploitant de réseau déjà au stade du projet est recommandé.

Voir aussi les prescriptions d'entreprise de l'exploitant de réseau.

8. Dispositifs de couplage

Un dispositif de couplage (disjoncteur de couplage) ayant au moins un pouvoir de coupure en charge (p. ex. disjoncteur de protection de moteur, commutateur de puissance, commutateur coupe-circuit à coupure en charge, contacteur évitant les arcs électriques avec coupure en charge et protection contre les courts-circuits couplée en amont) doit être utilisé pour le raccordement de l'IPE. Le dispositif de couplage de l'IPE peut être utilisé à cet effet pour autant qu'aucune exploitation en îlot ne soit prévue.

Le dispositif de couplage doit garantir une séparation galvanique de tous les pôles. Les exigences suivantes sont posées en fonction du système de réseau à l'emplacement du disjoncteur de couplage :

- Dans les systèmes IT et TT, les trois conducteurs extérieurs et le conducteur neutre doivent être commutés.
- Dans le système TN, les trois conducteurs extérieurs et selon le champ d'application (NIBT

4.4.4.4.7 ou ordonnance sur le courant fort) le conducteur neutre doivent être commutés. Cela signifie que tous les conducteurs doivent être commutés à l'exception du conducteur avec fonction PE. Lors de la commutation d'injections multiples, il peut être nécessaire de commuter le conducteur avec fonction PE en même temps que les conducteurs extérieurs.

- Les mesures contre les influences électromagnétiques doivent être prises en compte selon NIBT 4.4.4 dans les installations à basse tension.

Un disjoncteur de couplage qui commute le conducteur neutre préalablement à l'enclenchement et avec retard au déclenchement doit être de préférence mis en œuvre si la commutation du conducteur neutre est nécessaire.

La directive DePC ESTI n° 508 « Installations électriques dans les ouvrages de protection de la protection civile, du service sanitaire ainsi que dans les abris spéciaux pour les infrastructures particulières » (DePC) doit être respectée pour les installations de la protection civile.

Pour les IPE avec onduleur, le dispositif de couplage doit être prévu du côté courant alternatif de l'onduleur. Le dispositif ne doit pas être rendu inopérant par un court-circuit dans l'onduleur lorsqu'il est installé dans le boîtier de l'onduleur.

Le dispositif de couplage doit être prévu pour le courant de court-circuit maximum survenant à son emplacement et déclenchable sans délai en tenant compte des dispositifs de protection nécessaires.

Lors de l'utilisation de fusibles comme protection contre les courts-circuits, la capacité de couplage du dispositif de couplage doit au minimum correspondre à la plage d'action du fusible couplé en amont.

La preuve de la résistance aux courts-circuits de l'installation électrique dans sa totalité doit être apportée par l'exploitant de l'IPE.

9. Dispositifs de protection

Les mesures minimales de protection suivantes doivent être prévues :

- protection contre les courts-circuits ;
- protection contre les surcharges ;
- protection contre tout contact direct et indirect.

En guise de protection de sa propre installation et celle d'autrui, il y a lieu de prévoir des mesures de protection permettant le déclenchement du dispositif de couplage en cas d'écart de la tension ou de la fréquence. Différents concepts de protection sont utilisés selon le type d'installation.

Du point de vue de la protection propre de l'installation de production, il faut tenir compte du fait que le courant de court-circuit est nettement plus faible en exploitation en îlot qu'en exploitation parallèle au réseau. Pour les installations de production qui injectent dans le réseau basse tension par un convertisseur, il peut même être inférieur au courant de dimensionnement de l'installation. Il est possible que la mise en œuvre de dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel (DDR) soit inévitable.

Une protection anti-désaccouplement (protection du réseau et de l'installation) doit être prévue pour le raccordement au réseau conformément à la RR/IPE-CH 2014 ch. 7.3.2 selon les indications de l'exploitant du réseau.

Le contrôle de la protection du réseau et de l'installation doit être effectué tous les 5 ans par l'exploitant de l'IPE conformément à l'art. 18 al. 2 de l'ordonnance sur le courant fort.

Les fonctions de protection suivantes doivent être assurées pour les IPE (voir le tableau 15 de la RR/IPE-CH 2014) :

Fonction	Valeurs de réglage du relais de protection recommandées	
Protection de surtension U> (valeur moyenne 10 min)*	1.1 U _N	instantané
Protection de surtension U>>	1.15 U _N **	instantané
Protection de sous-tension U<	0.80 U _N	instantané
Protection de surfréquence f>	51.5 Hz (U > 70% U _N)	instantané
Protection de sous-fréquence f<	47.5 Hz (U > 70% U _N)	instantané
Identification du réseau en îlot (par ex. procédure shift de l'onduleur)	Arrêt dans les 5 secondes suivant la séparation du réseau	
U _N : tension nominale (230 V) instantané = 50...150 ms (pour éviter les fonctionnements intempestifs) * peut être installée sur l'onduleur ** à défaut d'une valeur moyenne 10 min (U>), U>> 1.1 U _N Remarque : prendre garde à la rechute (hystérésis) des relais en cas d'hyperfonction / de réenclenchement.		

La protection contre la tension minimale doit être exécutée en triphasé pour que les chutes de tension monophasées soient également détectées. Pour les générateurs asynchrones, la protection contre la tension maximale doit aussi être exécutée en triphasé, pour les générateurs synchrones, une protection monophasée est suffisante.

Dans les installations avec onduleurs, les réglages selon la RR/IPE-CH 2014 doivent être pris en compte.

Pour les installations photovoltaïques jusqu'à max. 16 A et 400 V (onduleur électronique), les valeurs selon EN 50438 « Prescriptions pour le raccordement de micro-générateurs au réseau public à basse tension » (anciennement VDE 0126-1-1) peuvent aussi être appliquées.

10. Compensation de la puissance réactive

Les IPE > 30 kVA doivent être en mesure, dans les conditions d'exploitation normales, de délivrer et d'absorber une puissance réactive inductive ou capacitive dans les domaines de facteur de puissance énumérés ci-dessous. Les valeurs divergentes (par ex. pour les machines synchrones) doivent être réglées par contrat.

800 VA < ΣS_{E_{max}} ≤ 30 kVA

$\cos\varphi = 0.95_{\text{sous-excité}} \text{ à } \cos\varphi = 0.95_{\text{surexcité}}$

La valeur de réglage ou la courbe caractéristique est fixée par l'exploitant de réseau en fonction du type d'installation.

30 kVA < ΣS_{E_{max}} ≤ 100 kVA

$\cos\varphi = 0.9_{\text{sous-excité}} \text{ à } \cos\varphi = 0.9_{\text{surexcité}}$

L'exploitant de réseau détermine dans ce contexte les types de réglages et de commandes suivants :

- facteur de déphasage fixe $\cos\varphi$
- facteur de déphasage $\cos\varphi$ (P)
- puissance réactive constante Q
- courbe de puissance réactive/tension Q (U)

ΣS_{E_{max}} > 100 kVA

$\cos\varphi = 0.9_{\text{sous-excité}} \text{ à } \cos\varphi = 0.9_{\text{surexcité}}$

Un raccordement peut être effectué au poste de conduite de l'exploitant de réseau par lequel celui-ci régule le $\cos\phi$ en fonction de la situation. L'exploitant de réseau détermine dans ce contexte les types de réglages et de commandes suivants :

- a) facteur de déphasage fixe $\cos\phi$
- b) facteur de déphasage $\cos\phi$ (P)
- c) puissance réactive constante Q
- d) une courbe de puissance réactive/tension Q (U)

Si l'exploitant de réseau impose une courbe caractéristique $\cos\phi$ (P), chaque valeur de consigne résultant de la courbe caractéristique doit se régler automatiquement dans un délai de 10 secondes.

Afin d'éviter les sauts de tension en cas de fluctuations de l'alimentation de puissance utile, il faut choisir une courbe caractéristique continue et à pente limitée. La méthode et les valeurs de consigne sont fixées individuellement par l'exploitant de réseau pour chaque installation de production et font l'objet d'une convention.

Pour réduire les tensions harmoniques et éviter toute perturbation des télécommandes centralisées à fréquence acoustique, il faut procéder à une régulation des condensateurs de compensation.

Les condensateurs de compensation éventuellement nécessaires pour des générateurs asynchrones ne doivent pas être enclenchés avant le couplage du générateur. Lors de l'arrêt, le générateur et les condensateurs doivent être déclenchés simultanément.

Pour le dimensionnement des condensateurs, il y a lieu de tenir compte du mode d'exploitation de l'IPE. La compensation de la puissance réactive doit être réglée automatiquement en présence de fortes fluctuations de la puissance d'entrée (installations éoliennes).

Le $\cos\phi$ des générateurs synchrones peut être réglé par le biais de l'excitation. Une excitation constante suffit très souvent ; dans le cas contraire une régulation du $\cos\phi$ doit être mise en œuvre.

Les IPE exploitées par des onduleurs commandés par le réseau ont en général un besoin de puissance réactive qui correspond plus ou moins à celui des générateurs asynchrones. Les conditions de couplage des condensateurs sont par conséquent identiques à celles des générateurs asynchrones.

Les IPE munies d'onduleurs à commutation automatique ont un besoin réduit en compensation de puissance réactive. La compensation de puissance réactive est par conséquent superflue.

11. Conditions de couplage

Pour éviter des tensions de retour, des dispositifs techniques doivent être incorporés de façon à ce que le couplage de l'IPE au réseau de l'exploitant de réseau ne soit possible que lorsque la tension du réseau est présente sur tous les pôles. La protection de tension minimale peut être utilisée à cet effet, à condition qu'elle soit raccordée du côté réseau du dispositif de couplage.

Pour protéger l'IPE, il est recommandé de prévoir un relais temporisé dans la plage des minutes entre le retour de la tension et le couplage.

Les générateurs asynchrones actionnés par un groupe électrogène doivent être enclenchés hors tension, avec une vitesse de rotation entre 95 et 105 % de la vitesse synchrone.

Les générateurs synchrones nécessitent la mise en œuvre d'un dispositif de synchronisation permettant de remplir les conditions de synchronisme suivantes :

- tension $U : 90 - 110 \% U_N$
- fréquence $f : 49,0 - 51 \text{ Hz}$
- déphasage $\Delta\phi : \leq (+/- 10^\circ)$

Selon le rapport impédance du réseau/puissance du générateur, il peut s'avérer nécessaire de fixer des limites plus étroites afin d'éviter des rétroactions indésirables sur le réseau lors du couplage :

Les onduleurs peuvent être couplés à la seule condition que le côté courant alternatif soit hors tension. Pour les IPE exploitables en îlot et munies d'onduleurs qui ne sont pas couplées hors tension ; les conditions de couplage suivantes doivent être respectées :

- tension $U : 90 - 110 \% U_N$
- fréquence $f : 47,5 - 50,05 \text{ Hz}$

12. Rétroactions sur le réseau

Les rétroactions des IPE sur le réseau doivent être limitées afin de ne pas dépasser la tolérance aux perturbations des réseaux publics. Il s'agit d'éviter des perturbations d'autres installations et matériels d'exploitation.

Les valeurs limites de tensions et courants harmoniques sont décrites dans les règles techniques DACHCZ et EN 50160 Caractéristiques de la tension fournie par les réseaux publics d'alimentation en électricité.

En accord avec l'exploitant de réseau, des taux d'harmoniques plus élevés par rapport à la puissance de courts-circuits du réseau au point de raccordement peuvent être admis pour des générateurs de puissance plus élevée.

Une plus grande charge du conducteur de neutre engendrée par d'éventuels courants de la troisième harmonique peut apparaître pour les générateurs dont le point neutre est sorti.

Si le conducteur de neutre est sorti et connecté pour permettre une exploitation en îlot, une des mesures suivantes doit être prise :

- générateur avec bobinage spécialement conçu (bobinage tendu) pour supprimer la troisième harmonique ;
- augmentation de la section du conducteur reliant le point neutre (125 %) ;
- insertion d'une inductance d'arrêt (prise en compte de la protection de court-circuit unipolaire) ;
- surveillance du courant du conducteur de neutre ;
- interruption automatique de la liaison du point neutre avec le réseau pendant l'exploitation en parallèle.

13. Rétroactions sur les télécommandes centralisées

Les installations de télécommande centralisée à fréquence acoustique (TCFA) sont en général exploitées à des fréquences de 100 Hz à 3000 Hz. L'exploitant de réseau donnera de plus amples informations en ce qui concerne la fréquence locale des télécommandes centralisées. Les niveaux d'émission se situent dans une fourchette de 1 à 4 % U_N .

L'exploitation d'IPE munies d'onduleurs peut produire sur le réseau des tensions de fréquences perturbatrices pour les télécommandes centralisées à fréquence acoustique. La tension injectée par un onduleur au point de raccordement dans la fréquence utilisée localement par la télécommande centralisée doit par conséquent être limitée à 0,1 % U_N .

Les tensions produites par l'onduleur dont les fréquences se situent 100 Hz au-dessus et au-dessous de la fréquence de télécommande centralisée utilisée localement ne doivent pas dépasser 0,3 % U_N .

Lorsqu'une IPE perturbe le fonctionnement des télécommandes centralisées, l'exploitant de l'IPE est tenu de prendre des mesures pour y remédier.

14. Mise en service

La première exploitation en parallèle doit en règle générale être effectuée en présence d'un représentant de l'exploitant de réseau.

Les contrôles suivants doivent être effectués :

- visite de l'installation ;
- comparaison de la structure de l'installation avec les plans soumis ;
- accessibilité et fonction de coupure du poste de couplage correspondant aux dispositions ;
- construction du dispositif de mesure correspondant aux prescriptions contractuelles et techniques.

Il faut en outre procéder à un essai de fonctionnement des dispositifs de protection. Celui-ci doit être effectué en conditions réelles ou par simulation à l'aide d'appareils de contrôle conformes.

La réponse des dispositifs de protection et le respect des délais d'action indiqués sont par ailleurs à contrôler pour les conditions d'exploitation suivantes :

- panne monophasée du réseau (séparément pour chacune des trois phases) ou la preuve des fonctions de commande et de protection lors d'une panne monophasée du réseau ;
- panne triphasée du réseau ;
- courte interruption/réenclenchement automatique ;
- écarts de fréquence (simulation à l'aide d'un dispositif de contrôle) ;
- contrôle des conditions de couplage au réseau ;
- fonction de l'installation de compensation.

Ces essais doivent également être effectués dans les mêmes conditions pour les installations munies d'onduleurs.

La mise en service, et en particulier l'essai de fonctionnement des dispositifs de sécurité selon point 9, doivent être documentés.

15. Exploitation

Les dispositifs de l'IPE indispensables à l'exploitation en parallèle avec le réseau doivent toujours être maintenus en parfait état technique par l'exploitant. Il est tenu de faire contrôler les commutateurs et les dispositifs de protection quant à leur fonctionnalité selon les indications du constructeur. Si ces indications manquent, la fonctionnalité doit être contrôlée au moins tous les cinq ans. Le résultat doit être documenté.

Ce protocole servira également de preuve d'une exploitation conforme aux règles face à des tiers.

L'IPE ne peut être raccordée au réseau que lorsque toutes les conditions de couplage sont remplies selon point 11.

En cas de danger ou de panne, l'exploitant de réseau est en droit d'immédiatement déconnecter l'IPE du réseau.

Les modifications envisagées par l'exploitant dans son installation telles que par exemple augmentation ou diminution de la puissance injectée, remplacement de dispositifs de protection, modifications de l'installation de compensation, pour autant qu'elles aient des répercussions sur l'exploitation en parallèle, nécessitent la remise d'un projet (art. 15 al. 3 OPIE) et l'accord de l'exploitant de réseau en temps utile.

Dans les cas suivants, l'exploitant de réseau est autorisé à limiter provisoirement la puissance utile fournie ou à couper l'installation, ou l'IPE doit se régler automatiquement en conséquence :

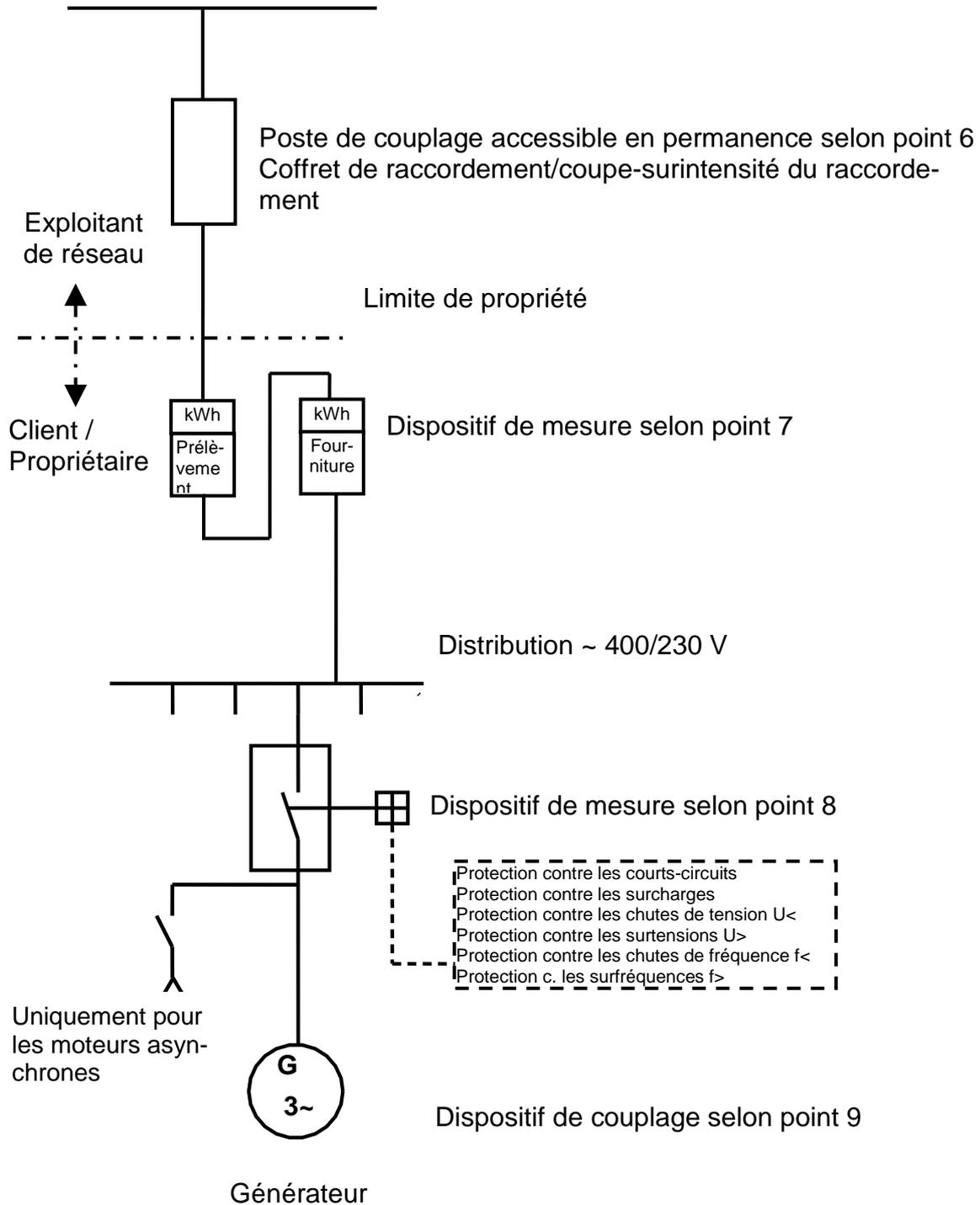
- risque potentiel pour la sécurité de fonctionnement du système ;
- congestions ou risque de surcharge du réseau du gestionnaire du réseau de distribution ;
- risque de formation d'un réseau en îlot ;
- menace pour la stabilité statique ou dynamique du réseau ;
- augmentation de fréquence dangereuse pour le système ;
- resynchronisation de sous-réseaux ;
- dans le cadre de la gestion de la sécurité du réseau.

Le comportement de fréquence est défini dans le chapitre 7.4.3.4 de la recommandation RR/IPE-CH 2014.

16. Exemples d'exécution

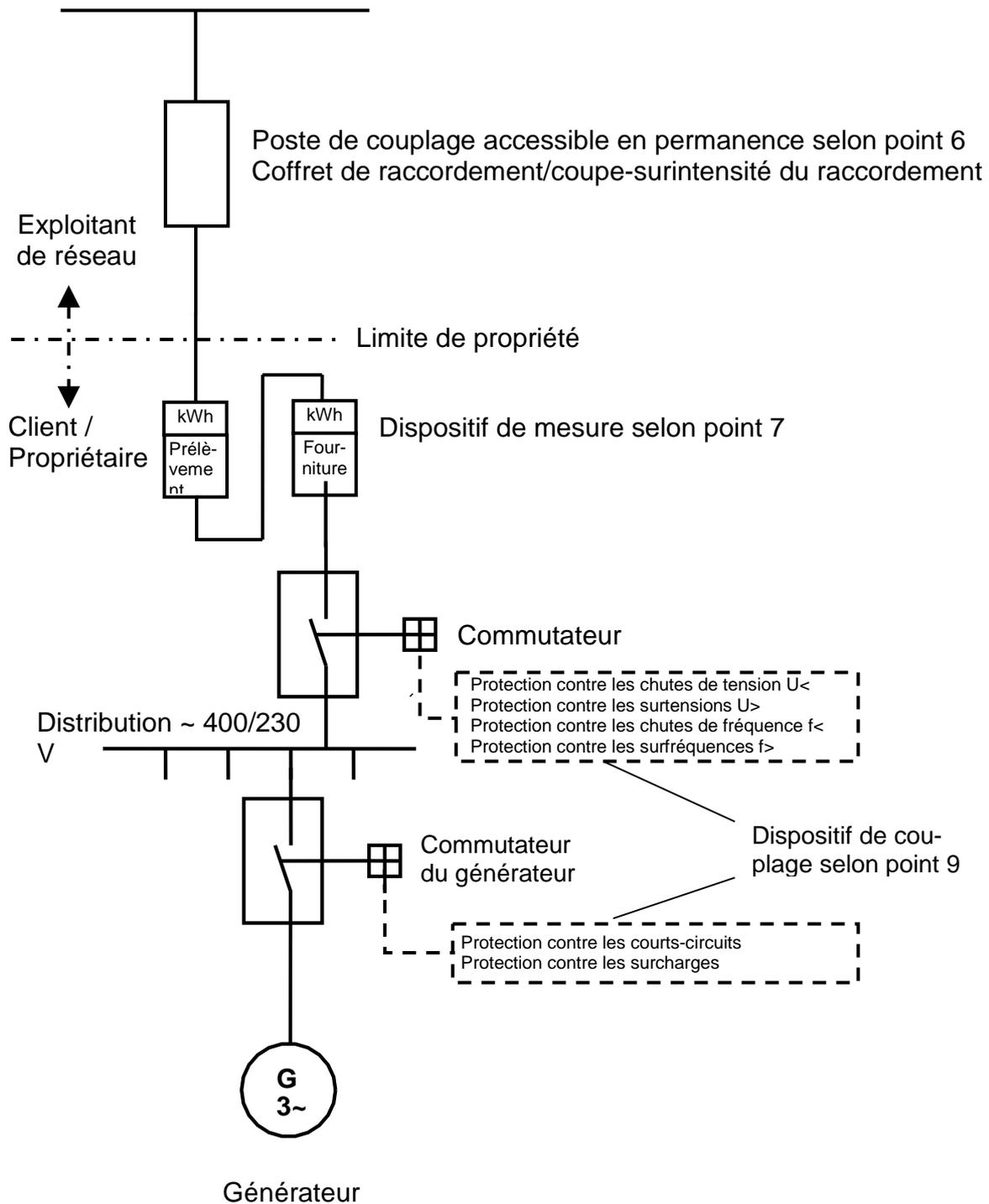
Exemple 1 : IPE en exploitation parallèle sans exploitation en îlot

Réseau à basse tension ~ 400/230 V



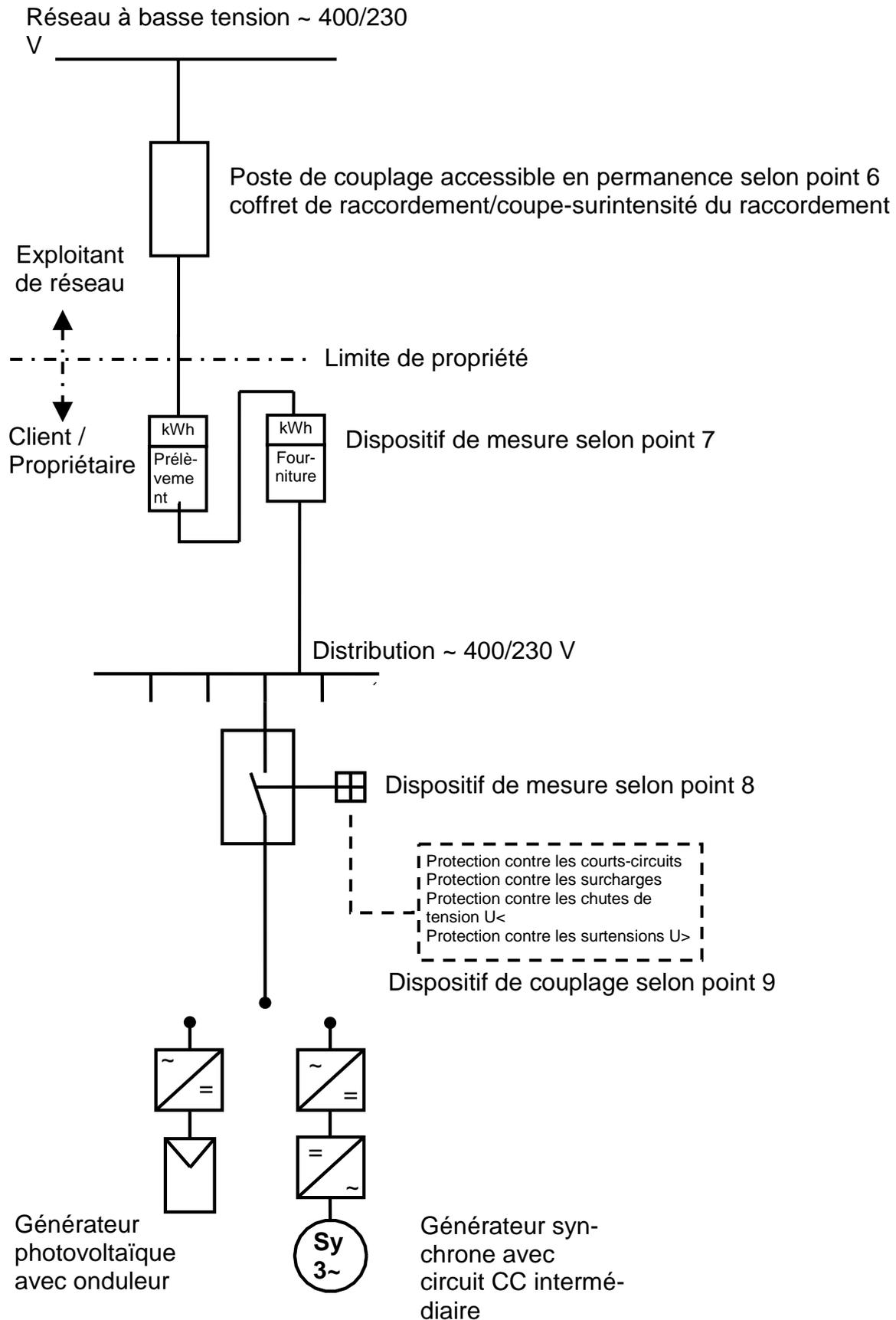
Exemple 2 : IPE en exploitation parallèle avec exploitation en îlot

Réseau à basse tension ~ 400/230 V



Exemple 3 : IPE avec onduleur en exploitation parallèle

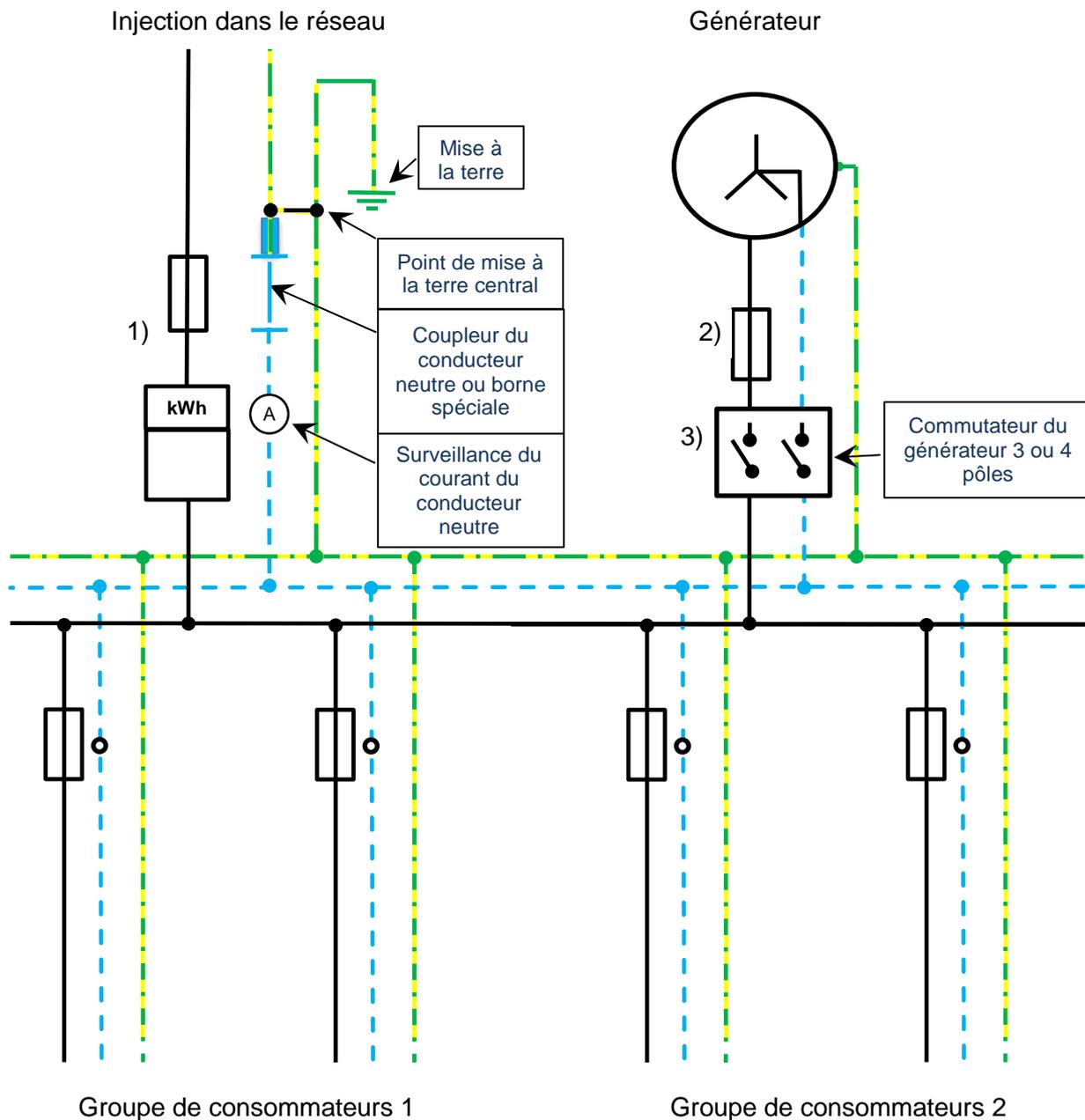
Injection triphasée



Exemple 4 : Raccordement du générateur pour exploitation en parallèle, injection basse tension, station transformatrice à l'extérieur du bâtiment

Exécution conforme à CEM avec point de mise à la terre central

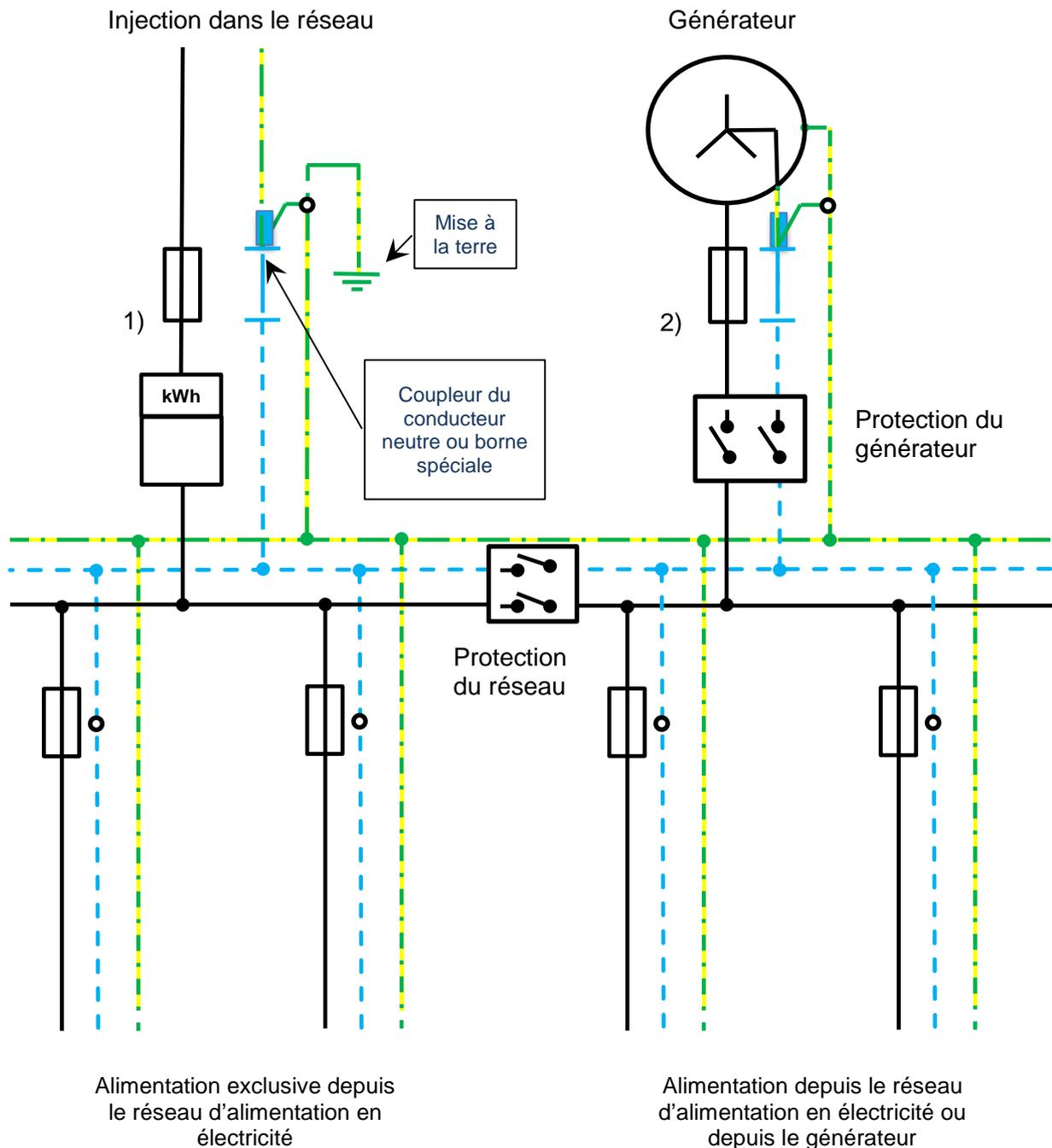
Système TN-S



- 1) Coupe-surintensité du raccordement au réseau d'alimentation en électricité avec panneau « Attention tension externe IPE »
- 2) Dispositif de protection du générateur contre les surintensités
- 3) Panneau « Attention tension externe IPE »

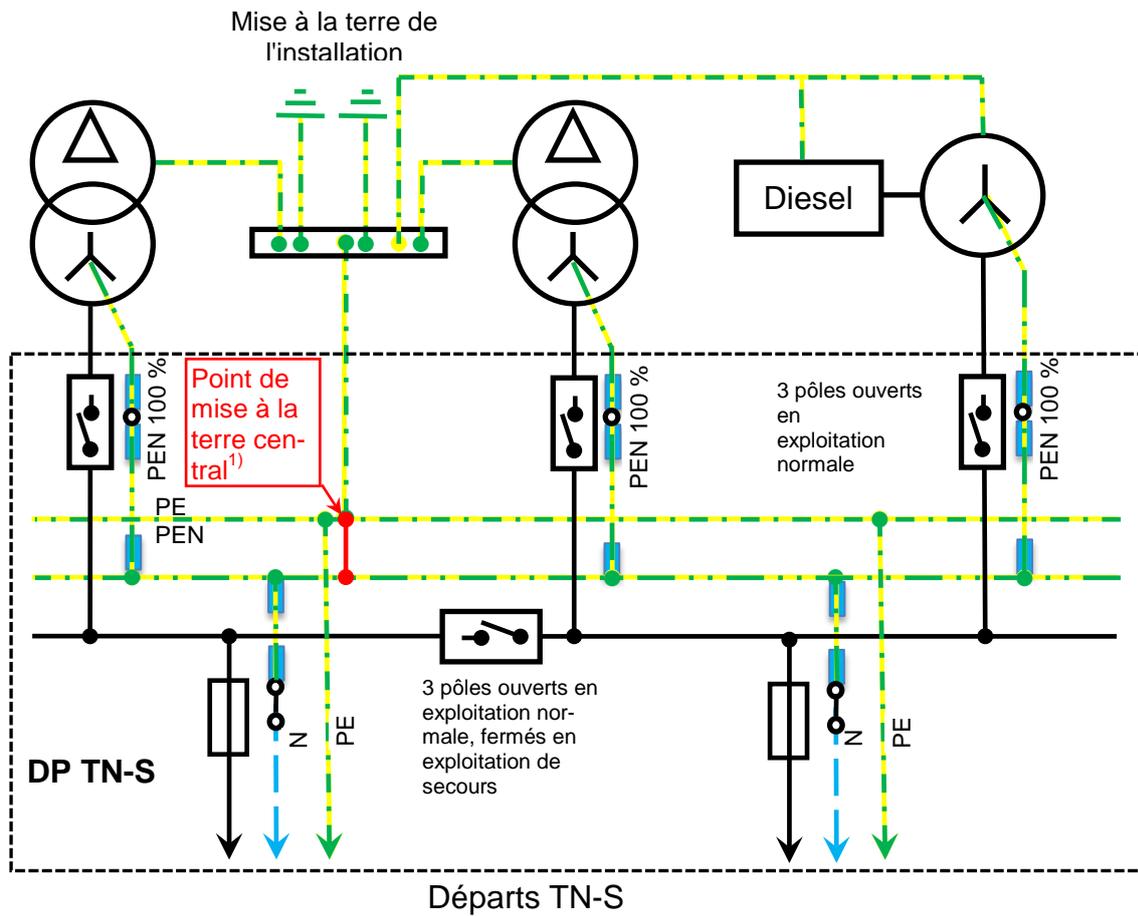
Exemple 5 : Raccordement du générateur sans exploitation en parallèle, injection basse tension, station transformatrice à l'extérieur du bâtiment, selon prescriptions de l'exploitant de réseau

Exécution conforme à CEM, exécution selon NIN 4.4.4, mesures contre les influences électromagnétiques



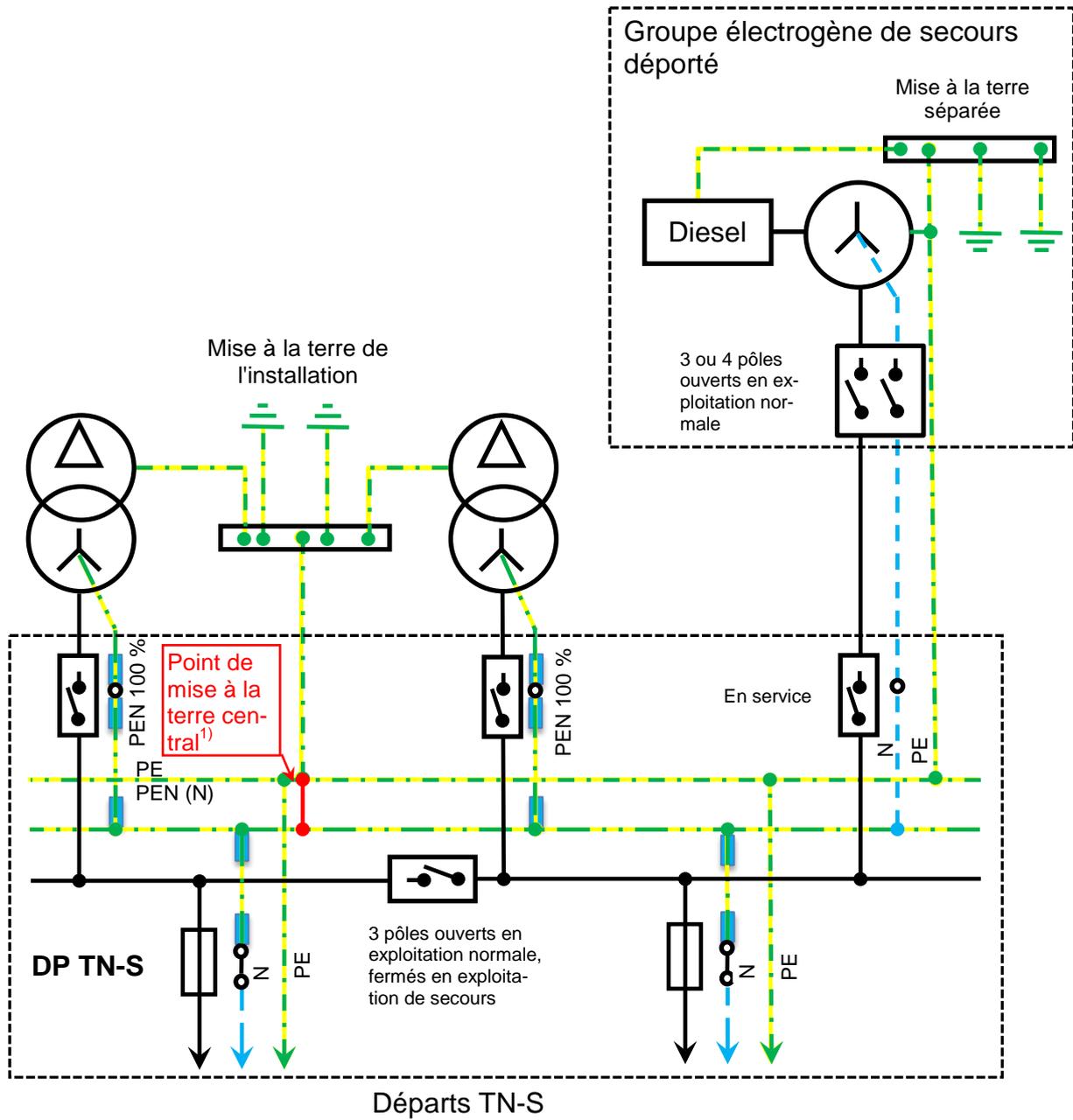
- 1 Coupe-surintensité du raccordement au réseau d'alimentation en électricité avec panneau « Attention tension externe IPE »
- 2 Dispositif de protection du générateur contre les surintensités

Exemple 6 : Raccordement du générateur à une station transformatrice avec système TN-C, exploitation en parallèle ou en îlot



¹⁾ Le point de mise à la terre central doit être étiqueté.

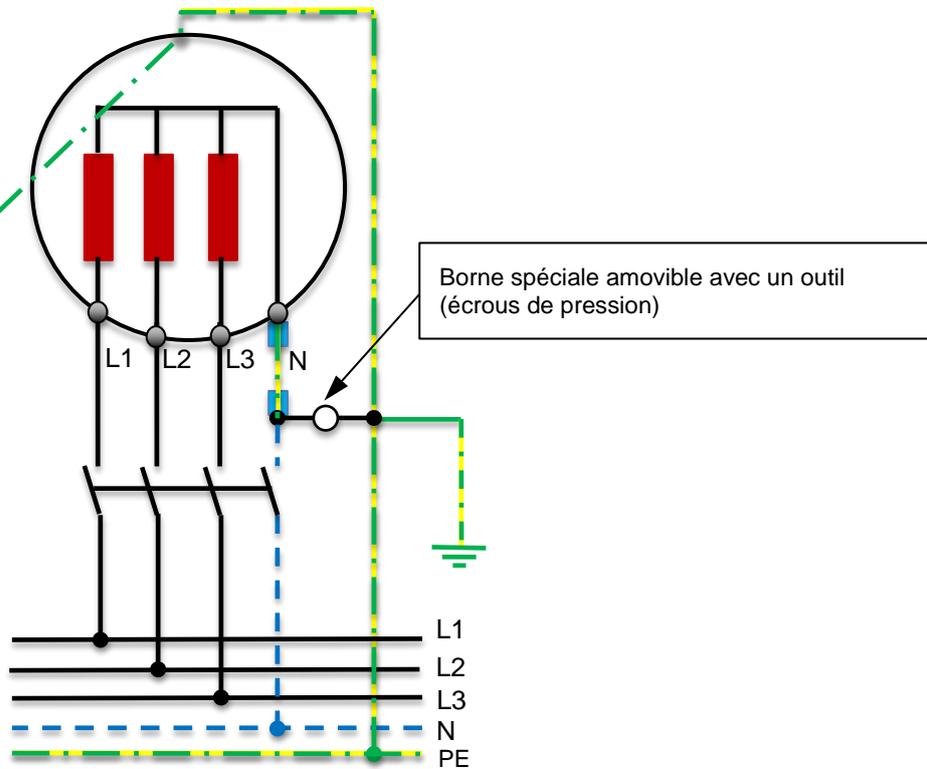
Exemple 7 : Raccordement d'un générateur déporté à une station transformatrice avec mise à la terre séparée, exploitation en parallèle ou en îlot



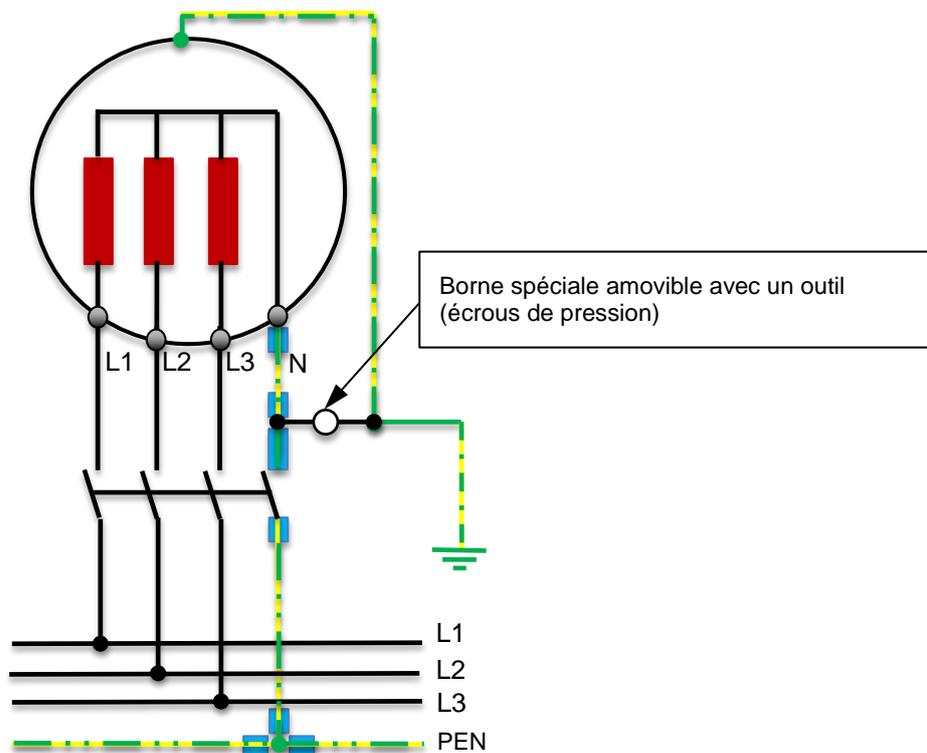
¹⁾ Le point de mise à la terre central doit être étiqueté.

Exemple 8 : Possibilités de raccordement du générateur sans exploitation en parallèle

Raccordement d'un groupe électrogène de secours pour système TN-S 4 pôles



Raccordement d'un groupe électrogène de secours pour système TN-C 4 pôles



Borne spéciale

Entreprise d'alimentation en électricité (exploitant de réseau)**Demande de raccordement pour installation de production d'énergie électrique (IPE) en exploitation parallèle avec le réseau de distribution****1. Indications générales**

☒ Cocher ce qui convient

Nom et adresse du client (propriétaire de l'entreprise)		N° de tél.
		N° de fax
Emplacement de l'installation, év. n° de parcelle	Affectation de l'immeuble <input type="checkbox"/> Villa <input type="checkbox"/> Immeuble collectif <input type="checkbox"/> Artisanat <input type="checkbox"/> Industrie	N° de tél.
		N° de fax
Nom et adresse de l'installateur en charge	Responsable	N° de tél.
		N° de fax
		N° de tél.
		N° de fax

2. Genre d'installation/source d'énergie

<input type="checkbox"/> Nouvelle installation	<input type="checkbox"/> Prod. seule d'électricité	<input type="checkbox"/> Énergie hydraulique	<input type="checkbox"/> Solaire	<input type="checkbox"/> Diesel
<input type="checkbox"/> Transformation d'inst. exist.	<input type="checkbox"/> Installation CCF/PCCE	<input type="checkbox"/> Gaz naturel	<input type="checkbox"/> Biogaz	<input type="checkbox"/> Ordures
<input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> _____

3. Type d'exploitation/production d'énergie

<input type="checkbox"/> Installation raccordée en permanence au réseau	<input type="checkbox"/> Injection dans réseau	Installation CFF
<input type="checkbox"/> Groupe électrogène raccordé au réseau par intermittence	<input type="checkbox"/> Mesure d'injection	<input type="checkbox"/> rég. chaleur <input type="checkbox"/> rég. courant
Puissance d'injection max. dans réseau	kW	Injection d'énergie prévue
Puissance max. en cas de panne d'IPE	kW	Semestre d'hiver (octobre à mars) _____ kWh
Heures d'exploitation prévue par an	h/a	Semestre d'été (avril à septembre) _____ kWh

4. Caractéristiques techniques/valeurs nominales

Puissance totale installée	électrique _____ kW	thermique _____ kW
<input type="checkbox"/> Onduleur asynchrone	<input type="checkbox"/> Générateur synchrone	<input type="checkbox"/> Générateur
Surface des panneaux _____ m ²	Nombre _____	
Tension _____ x _____ V	Marque/type _____	Puissance nominale _____ kW
Puissance de court-circuit _____ kVA	Puissance apparente _____ kVA	cos φ _____
Comp. de puissance réactive _____ kVar	Fréquence de régulation _____ Hz	

5. Annexes

<input type="checkbox"/> Concept de protection	<input type="checkbox"/> _____
<input type="checkbox"/> Copie du projet approuvé par l'ESTI	<input type="checkbox"/> _____

6. Signature de l'exploitant de réseau

Lieu	Date	Signature

7. Décision de l'exploitant de réseau

<input type="checkbox"/> autorisé	<input type="checkbox"/> autorisé avec mesures	Date	Signature
Remarques	_____		

8. Contrôle de réception

	Date	Visa
Contrôle de l'installation selon OIBT		
Contrôle du concept de protection		
Permis d'exploitation		
Saisie statistique		