

Cahier Technique n°2

Protection de Découplage



MICROENER

 Sce Technique : 01 48 15 09 03 Fax : 01 43 05 08 24 support@microener.com	Les cahiers Techniques de MICROENER	Cahier N° 2
	PROTECTION DE DECOUPLAGE	Rev. B Pag. 1 / 11

<i>Avant propos.....</i>	2
<i>Rappel.....</i>	2
<i>Protection des installations raccordées aux réseaux de distribution et comportant une source autonome.....</i>	3
<i>Détermination du type de la protection de découplage.....</i>	3
<i>Fonction protection équipant les protections de découplage.....</i>	4
<i>Protection de découplage type 1.1.....</i>	4
<i>Protection de découplage type 1.2.....</i>	4
<i>Protection de découplage type 1.3.....</i>	5
<i>Protection de découplage type 1.4.....</i>	5
<i>Protection de découplage type 1.5.....</i>	5
<i>Protection de découplage type 2.1.....</i>	6
<i>Protection de découplage type 2.2.....</i>	6
<i>Protection de découplage type 3.1.....</i>	6
<i>Protection de découplage type 3.2.....</i>	6
<i>Protection de découplage type 3.3.....</i>	6
<i>Détection des défauts.....</i>	7
<i>Détection des défauts MT (HTA) à la terre.....</i>	7
<i>Détection des défauts MT (HTA) polyphasés.....</i>	7
<i>Raccordement des installations de production inférieure ou égale à 120MW au réseau publique de transport (RPT) :.....</i>	8
<i>Possibilités d'accueil d'une nouvelle installation.....</i>	8
<i>Contraintes imposées au producteur.....</i>	9

Avant propos

La rédaction des éléments techniques présentée dans les pages suivantes a été faite à partir de documents faisant référence au début des années 2000. Bien qu'il n'y ait pas eu depuis cette date de modification majeure, il convient d'être prudent dans l'analyse des arguments techniques énoncés. En cas de doute ou d'ambiguïté, nous vous conseillons de vous rapprocher du gestionnaire du réseau électrique.

Rappel

Suite au décret du 20 mai 1955 il est fait obligation au Distributeur de recevoir sur ses réseaux, «SOUS RESERVE QU'IL N'EN RESULTE AUCUNE ENTRAVE AU BON FONCTIONNEMENT DE LA DISTRIBUTION», l'énergie produite par les producteurs autonomes.

Pour se faire il sera installé une protection particulière dite «protection de découplage», dont le but est d'interrompre le fonctionnement en parallèle lors d'un défaut sur le réseau d'alimentation.

Celle-ci doit être déterminée en accord avec le distributeur, la commande de l'organe assurant le découplage doit se faire à minimum de tension.

Le réglage de la protection de découplage est assuré par le distributeur.

En général pour les petites unités, la protection de découplage comprend au minimum 3 fonctions :

- * Protection contre les défauts monophasés (à la terre).
- * Protection contre les défauts polyphasés (triphases et biphasés).
- * Protection contre les marches anormales en réseau séparé, sans défaut (exemple : fréquence).

Dans le cas des groupes de très grandes puissances (astreints à la GS 21), les protections sont beaucoup plus complexes.

Ne sont concernés par ces chapitres que les centrales de production couplées au réseau, pour la vente au distributeur, à l'exclusion donc des groupes d'autoconsommation, de secours, de sécurité.

Les différents types de production sont :

- * Production hydraulique
- * Production thermique :
 - Turbines à vapeur
 - Turbines à gaz
- * Production éolienne :

Les autres types de production, comme Diesel ou solaire, ne sont pas actuellement concernés.

Les générateurs seront :

Asynchrone :

Une machine asynchrone passe du fonctionnement moteur au fonctionnement alternateur dès que :

- fourniture de puissance mécanique.
- glissement change de sens (machine tourne plus vite que sa vitesse de synchronisme).

Le rotor, bobiné ou à cage, n'est pas excité.

La puissance réactive nécessaire au flux magnétique est empruntée au réseau qui lui impose sa fréquence et sa tension.

EDF impose, pour les groupes asynchrones inférieurs à 1 MW, que la puissance réactive des condensateurs, installés pour corriger le facteur de puissance, soit égale à 60% de la puissance active fournie.

Le couplage au réseau ne présente aucune difficulté (couplage à l'aide d'un tachymètre pour s'assurer de la vitesse).

Synchrone :

Le rotor comporte un enroulement excité par du courant continu.

En marche ilotée :

La tension délivrée par l'alternateur est maintenue constante par un régulateur tension agissant sur l'excitation.

La fréquence délivrée par l'alternateur est maintenue constante par un régulateur de vitesse agissant sur l'admission de l'organe d'entraînement.

En marche couplée :

Le réseau impose fréquence et tension.

Le couplage sur le réseau n'est possible qu'aux égalités suivantes :

- * Fréquence
- * Tension
- * Phase des tensions
- * Ordre des phases

Il se fait par l'intermédiaire d'un synchronocoupleur permettant d'amener les valeurs compatibles, la vérification d'égalités se faisant à l'aide d'un contrôleur de synchronisme pour plus de sécurité.

Lorsque plusieurs alternateurs fonctionnent en parallèle :

- La répartition de la puissance active ne dépend que de l'entraînement (actions sur les régulateurs de vitesse).
- La répartition de la puissance réactive ne dépend que de l'excitation (actions sur les régulateurs de tension).

Les alternateurs fonctionnant en parallèle doivent avoir des caractéristiques fréquence & tension en fonction de la charge comparables (si possible identiques).

LE NIVEAU DE TENSION AUQUEL SERA RACCORDE LA PRODUCTION AUTONOME DEPENDRA DE LA PUISSANCE DE CELLE-CI.

Puissance maximale	Tension de raccordement	Spécifications techniques
$S_n \leq 100$ kVA	BT.B	GTE 2666
$10 \text{ MVA} < S_n < 100$ kVA	HTA	GTE 2666
$40 \text{ MVA} < S_n \leq 10$ MVA	HTB < 225 kV	GS 21
$S_n < 120$ MVA	HTB 225 kV	GS 21
$S_n > 120$ MVA	ACCORDS PARTICULIERS	

Protection des installations raccordées aux réseaux de distribution et comportant une source autonome

GTE_2666 (Guide Technique B 61-4)

Détermination du type de la protection de découplage

d'après Annexe 1 de la GTE 2666

Cas 1 :

Marche : parallèle permanente ou durable
 Type de générateur : alternateur (s)
 ΣS_n générateur (s) : ≥ 3 MVA
 Raccordement de l'installation en : MT (HTA)
 Type de départ : aérien ou mixte avec réenclenchement rapide (R.R.)

Type de protection de découplage : 1.1 [1.2] [1.3] 1.4

Cas 2 :

Marche : parallèle permanente ou durable
 Type de générateur : alternateur (s)
 ΣS_n générateur (s) : ≥ 3 MVA
 Raccordement de l'installation en : MT (HTA)
 Type de départ : mixte (exceptionnellement souterrain) avec réenclenchement lent seulement (R.L)

Type de protection de découplage : 1.1 [1.2] [1.5] 1.4

Cas 3 :

Marche : parallèle permanente ou durable
 Type de générateur : alternateur (s)
 ΣS_n générateur (s) : ≥ 3 MVA
 Raccordement de l'installation en : MT (HTA)
 Type de départ : souterrain sans réenclenchement

Type de protection de découplage : 1.2 1.5 1.4

Cas 4 :

Marche : Parallèle permanente ou durable
 Type de générateur : alternateur (s)
 ΣS_n générateur (s) : < 3 MVA
 Raccordement de l'installation en : MT (HTA)
 Type de départ : aérien ou mixte avec réenclenchement rapide (R.R.)

Type de protection de découplage : 1.1 [1.2] [1.3]

Cas 5 :

Marche : parallèle permanente ou durable
 Type de générateur : alternateur (s)
 ΣS_n générateur (s) : < 3 MVA
 Raccordement de l'installation en : MT (HTA)
 Type de départ : mixte (exceptionnellement souterrain) avec réenclenchement lent seulement (R.L)

Type de protection de découplage : 1.1 [1.2] [1.5]

Cas 6 :

Marche : parallèle permanente ou durable
 Type de générateur : alternateur (s)
 ΣS_n générateur (s) : < 3 MVA
 Raccordement de l'installation en : MT (HTA)
 Type de départ : souterrain sans réenclenchement

Type de protection de découplage : 1.2 1.5

Cas 7 :

Marche : parallèle permanente ou durable
 Type de générateur : génératrice (s) asynchrone (s)
 ΣS_n générateur (s) : > 100 kVA
 Raccordement de l'installation en : MT (HTA)
 Type de départ : aérien ou mixte avec réenclenchement rapide (R.R.)

Type de protection de découplage : 1.1 [1.2] [1.3]

Cas 8 :

Marche : parallèle permanente ou durable
 Type de générateur : génératrice (s) asynchrone (s)
 ΣS_n générateur (s) : > 100 kVA
 Raccordement de l'installation en : MT (HTA)
 Type de départ : mixte (exceptionnellement souterrain) avec réenclenchement lent seulement (R.L)

Type de protection de découplage : 1.1 [1.2] [1.5]

Cas 9 :

Marche : parallèle permanente ou durable
 Type de générateur : génératrice (s) asynchrone (s)
 ΣS_n générateur (s) : > 100 kVA
 Raccordement de l'installation en : MT (HTA)
 Type de départ : souterrain sans réenclenchement

Type de protection de découplage : 1.2 1.5

Cas 10 :

Marche : parallèle permanente ou durable
 Type de générateur : génératrice (s) asynchrone (s)
 ΣS_n générateur (s) : ≤ 100 kVA
 Raccordement de l'installation en : MT (HTA)
 Type de départ : aérien ou mixte avec réenclenchement rapide (R.R.) ou mixte (exceptionnellement souterrain) avec réenclenchement lent seulement (R.L)

Type de protection de découplage : [2.1] 1.1 [1.2]

Cas 11 :

Marche : parallèle permanente ou durable
 Type de générateur : génératrice (s) asynchrone (s)
 ΣS_n générateur (s) : ≤ 100 kVA
 Raccordement de l'installation en : MT (HTA)
 Type de départ : souterrain sans réenclenchement

Type de protection de découplage : [2.1] 1.2

Cas 12 :

Marche : parallèle permanente ou durable
Type de générateur : génératrice (s) asynchrone (s)
 Σ Sn générateur (s) : 9 kVA < Sn ≤ 100 kVA
Raccordement de l'installation en : BT-B
Type de départ : tous types

Type de protection de découplage : [2.1] sinon raccordement en MT (HTA)

Cas 13 :

Marche : parallèle permanente ou durable
Type de générateur : génératrice (s) asynchrone (s)
 Σ Sn générateur (s) : Sn ≤ 9 kVA
Raccordement de l'installation en : BT-B
Type de départ : tous types

Type de protection de découplage : 2.2

Cas 14 :

Marche : groupe de secours ou de remplacement avec transfert sans coupure par parallèle de durée 10 s.
Raccordement de l'installation en : MT (HTA)
Type de départ : aérien ou mixte avec réenclenchement rapide (R.R.)

Type de protection de découplage : 1.1

Cas 15 :

Marche : groupe de secours ou de remplacement avec transfert sans coupure par parallèle de durée 10 s.
Raccordement de l'installation en : MT (HTA)
Type de départ : mixte (exceptionnellement souterrain) avec réenclenchement lent (R.L.) ou souterrain sans réenclenchement.

Type de protection de découplage : [3.1] 1.1

Cas 16 :

Marche : groupe de secours ou de remplacement avec reprise partielle - interdiction de parallèle non garantie.
Raccordement de l'installation en : MT (HTA) ou BT-B
Type de départ : tous types

Type de protection de découplage : 3.2

Cas 17 :

Marche : source occasionnelle.
Type de machine : moteur + volant d'inertie
Raccordement de l'installation en : MT (HTA) ou BT-B
Type de départ : tous types

Type de protection de découplage : 3.3

Cas 18 :

Marche : source occasionnelle.
Type de machine : moteur asynchrone + turbine
Raccordement de l'installation en : BT-B
Type de départ : tous types

Type de protection de découplage : 3.4

(1) le cas échéant la protection minimale demandée par E.D.F. est soulignée

[] : protection de découplage soumise à des restrictions d'emploi.

Fonction protection équipant les protections de découplage**Rappel :**

Il peut être effectué des travaux sous tensions en MT (HTA) dits TST.

Les protections de découplage pourront être dans ce cas équipées d'un commutateur de régime spécial d'exploitation dit RSE, dont le rôle est de supprimer les différentes temporisations des fonctions de protection. Les réglages en tension se font par rapport à la tension moyenne Um.

Protection de découplage type 1.1**➤ Protection contre les défauts monophasés (à la terre) :**

Assurée par un relais à maximum de tension homopolaire (souterrain réglage 30%Um, aérien et mixte en fonction mise à la terre et courant capacitif du réseau) instantané (3 TT en étoile en amont de la protection générale).

➤ Protection contre les défauts polyphasés (triphasés et biphasés) :

Assurée par trois relais à minimum de tension (réglage 0.85 Um), raccordement entre phases, instantanés.

➤ Protection contre les marches anormales en réseau séparé, sans défaut :

Assurée par un relais à maximum de tension (réglage 1.15 Um), raccordement entre phases, instantané, par un relais à minimum de fréquence (réglage 47.5 Hz), raccordement entre phases, instantané, par un relais à maximum de fréquence (réglage 51 Hz), raccordement entre phases, instantané.

➤ Divers

- * Relais suppression faux couplage suite à baisse importante de tension : non.
- * Commutateur RST (pour TST) : non (relais instantanés).
- * Relayage présence tension : non.
- * Alimentation auxiliaire : alternatif, entre phase et neutre des TP.

Protection de découplage type 1.2**➤ Protection contre les défauts monophasés (à la terre) :**

Assurée par un relais à maximum de tension homopolaire (souterrain réglage 30%Um, aérien et mixte en fonction mise à la terre et courant capacitif du réseau) instantané (3 TT en étoile en amont de la protection générale).

➤ Protection contre les défauts polyphasés (triphasés et biphasés) :

Assurée par trois relais à minimum de tension (réglage 0.85 Um), raccordement entre phases, instantanés.

➤ Protection contre les marches anormales en réseau séparé, sans défaut :

Assurée par un relais à maximum de tension (réglage 1.15 Um), raccordement entre phases, instantané, par un relais à minimum de fréquence (réglage 47.5 Hz), raccordement entre phases,

instantané, par un relais à maximum de fréquence (réglage 51 Hz),
raccordement entre phases, instantané.

➤ Divers

* Relais suppression faux couplage suite à baisse importante de tension : non.

* Commutateur RST (pour TST) : oui si départ aérien ou mixte.

* Relayage présence tension : oui si départ avec réenclencheur rapide (R.R.) : assuré par un relais à minimum de tension (réglage 0.2 Vn), raccordement entre phases, instantané.

* Alimentation auxiliaire : alternatif, entre phase et neutre des TP.

Protection de découplage type 1.3

➤ Protection contre les défauts monophasés (à la terre) :

Assurée par un relais à maximum de tension homopolaire (réglage en fonction mise à la terre et courant capacitif du réseau), instantané (3 TT en étoile en amont de la protection générale).

➤ Protection contre les défauts polyphasés (triphasés et biphasés) :

Assurée par trois relais à minimum de tension (réglage 0.85 Um),
raccordement entre phases, instantanés.

➤ Protection contre les marches anormales en réseau séparé, sans défaut :

Assurée par un relais à maximum de tension (réglage 1.15 Um),
raccordement entre phases, instantané, par un relais à minimum de tension (réglage 0.25 Un),
raccordement entre phases, instantané, par un relais à minimum de fréquence (réglage 49.5 Hz),
raccordement entre phases, instantané, par un relais à maximum de fréquence (réglage 50.5 Hz),
raccordement entre phases, instantané.

➤ Relais suppression faux couplage suite à baisse importante de tension :

Assurée par deux relais à minimum de tension (réglage 0.25 Um),
raccordement entre phases, instantanés.

➤ Divers

* Commutateur RST (pour TST) : oui.

* Relayage présence tension :

Assurée par un relais à minimum de tension (réglage 0.2 Vn),
raccordement entre phases, instantané.

* Alimentation auxiliaire : indépendante, courant continu.

Protection de découplage type 1.4

➤ Protection contre les défauts monophasés (à la terre) :

Assurée par un relais à maximum de tension homopolaire (souterrain réglage 30%Um, aérien et mixte en fonction mise à la terre et courant capacitif du réseau) instantané (3 TT en étoile en amont de la protection générale).

➤ Protection contre les défauts polyphasés (triphasés et biphasés) :

Assurée par trois relais à minimum de tension (réglage 0.85 Um),
raccordement entre phases, instantanés.

➤ Protection contre les marches anormales en réseau séparé, sans défaut :

Assurée par un relais à maximum de tension (réglage 1.15 Um),
raccordement entre phases, instantané + temporisation de 0.2 s,
par un relais à minimum de fréquence (réglage 47.5 Hz) +
temporisation de 1 à 1.5 s, raccordement entre phases, instantané,
par un relais à maximum de fréquence (réglage 51 Hz),
raccordement entre phases, instantané + temporisation de 1 à 1.5 s.

➤ Relais suppression faux couplage suite à baisse importante de tension :

Assurée par trois relais à minimum de tension (réglage 0.25 Un),
raccordement entre phases, instantanés.

➤ Divers

* Commutateur RST (pour TST) : oui si départ aérien ou mixte.

* Relayage présence tension : oui si départ avec réenclencheur rapide (R.R.) : assuré par un relais à minimum de tension (réglage 0.2 Um),
raccordement entre phases, instantané.

* Alimentation auxiliaire : indépendante, courant continu.

Protection de découplage type 1.5

➤ Protection contre les défauts monophasés (à la terre) :

Assurée par un relais à maximum de tension homopolaire (souterrain réglage 30%Um, aérien et mixte en fonction mise à la terre et courant capacitif du réseau), instantané (3 TT en étoile en amont de la protection générale).

➤ Protection contre les défauts polyphasés (triphasés et biphasés) :

Assurée par trois relais à minimum de tension (réglage 0.85 Um),
raccordement entre phases, instantanés + temporisation de 1 à 1.5 s.

➤ Protection contre les marches anormales en réseau séparé, sans défaut :

Assurée par un relais à maximum de tension (réglage 1.15 Um),
raccordement entre phases, instantané + temporisation de 0.5 s,
par un relais à minimum de fréquence (réglage 47.5 Hz),
raccordement entre phases, instantané + temporisation de 0.5 s,
par un relais à maximum de fréquence (réglage 51 Hz),
raccordement entre phases, instantané + temporisation de 0.5 s.

➤ Relais suppression faux couplage suite à baisse importante de tension :

Assurée par trois relais à minimum de tension (réglage 0.25 Un),
raccordement entre phases, instantanés.

➤ Divers

* Commutateur RST (pour TST) : oui si départ aérien ou mixte.

* Relayage présence tension : non

* Alimentation auxiliaire : indépendante, courant continu.

Protection de découplage type 2.1**Protection contre les défauts monophasés (à la terre) & contre les défauts polyphasés (triphases et biphasés) :**

Assurée par trois relais à minimum de tension (réglage 0.85 Vm), raccordement entre phases et neutre, instantanés.

Protection contre les marches anormales en réseau séparé, sans défaut :

Assurée par un relais à maximum de tension (réglage 1.1 Vm), raccordement entre phases et neutre, instantané, par un relais à minimum de fréquence (réglage 49 Hz), raccordement entre phases et neutre, instantané, par un relais à maximum de fréquence (réglage 51 Hz), raccordement entre phases et neutre, instantané.

Divers

- * Relais suppression faux couplage suite à baisse importante de tension : non.
- * Commutateur RST (pour TST) : non (relais instantanés).
- * Relayage présence tension : non.
- * Alimentation auxiliaire : alternatif, entre phase et neutre en cas de raccordement BT-B ou entre phases sur les TP de comptage en cas de raccordement MT (HTA).

Protection de découplage type 2.2**Protection contre les défauts monophasés (à la terre) & contre les défauts polyphasés (triphases et biphasés) :**

Assurée par trois relais à minimum de tension (réglage 0.85 Vm), raccordement entre phases et neutre, instantanés.

Protection contre les marches anormales en réseau séparé, sans défaut :

Assurée par un relais à maximum de tension (réglage 1.1 Vm), raccordement entre phases et neutre, instantané.

Divers

- * Relais suppression faux couplage suite à baisse importante de tension : non.
- * Commutateur RST (pour TST) : non (relais instantanés).
- * Relayage présence tension : non.
- * Alimentation auxiliaire : alternatif, entre phases et neutre au niveau du comptage BT-B.

Protection de découplage type 3.1**Protection contre les défauts monophasés (à la terre) & contre les défauts polyphasés (triphases et biphasés) :**

Assurée par trois relais à minimum de tension (réglage 0.85 Vm ou 0.85 Um), raccordement entre phases et neutre (si comptage en BT) ou entre phases (sur TT, si comptage en MT), instantanés.

Protection contre les marches anormales en réseau séparé, sans défaut :

Assurée par un relais à retour de puissance active sur le réseau E.D.F. (réglage de 1 à 2% $\sqrt{3}$ Un In), raccordement entre phases (au niveau du comptage), instantané.

Divers

- * Relais suppression faux couplage suite à baisse importante de tension : non.
- * Commutateur RST (pour TST) : non (relais instantanés).
- * Relayage présence tension : non.
- * Alimentation auxiliaire : indépendante, courant continu.

Protection de découplage type 3.2**Protection contre les marches anormales en réseau séparé, sans défaut :**

Assurée par un relais à retour de puissance active sur le réseau E.D.F. (réglage de 1 à 2% $\sqrt{3}$ Un In), raccordement entre phases (au niveau du comptage), instantané.

Divers

- * Relais suppression faux couplage suite à baisse importante de tension : non.
- * Commutateur RST (pour TST) : non (relais instantanés).
- * Relayage présence tension : non.
- * Alimentation auxiliaire : indépendante, courant continu.

Protection de découplage type 3.3**Protection contre les défauts monophasés (à la terre) :**

Assurée par trois relais à minimum de tension (réglage 0.8 Vn), raccordement entre phases et neutre, temporisation inférieure ou égale à 1.5 s.

Protection contre les marches anormales en réseau séparé, sans défaut :

Assurée par un relais à minimum de puissance active prise par le moteur (réglage 60% de la puissance active minimale prise par le moteur), raccordement entre phases et neutre (au niveau du moteur et en amont de l'appareil de coupure), temporisation inférieure ou égale à 1.5 s.

Le démarrage du moteur est subordonné à $V > 0.8 Vn$ et l'action de la protection de découplage doit alors être inhibée pendant 0.3 s.

Divers

- * Relais suppression faux couplage suite à baisse importante de tension : non.
- * Commutateur RST (pour TST) : non.
- * Relayage présence tension : non.
- * Alimentation auxiliaire : indépendante, courant continu.

Protection des défauts type 3.4

➤ Protection contre les défauts monophasés (à la terre) :

Assurée par trois relais à minimum de tension (réglage 0.8 Vn), raccordement entre phases et neutre, instantanés.

➤ Protection contre les marches anormales en réseau séparé, sans défaut :

Assurée par un relais à minimum de puissance active prise par le moteur (réglage 60% de la puissance active minimale prise par le moteur), raccordement entre phases et neutre (au niveau du moteur et en amont de l'appareil de coupure), temporisation de 0.3 s.

Le démarrage du moteur est subordonné à $V > 0.8 V_n$ et l'action de la protection de découplage doit alors être inhibée pendant 0.3 s.

➤ Divers

* Relais suppression faux couplage suite à baisse importante de tension : non.

* Commutateur RST (pour TST) : non.

* Relayage présence tension : non.

* Alimentation auxiliaire : alternatif, entre phases et neutre en amont de l'appareil de coupure du moteur ou alimentation indépendante, courant continu.

Détection des défauts

Bien que le réglage des protections soit du ressort du distributeur, les principes ci-après précisent la méthode de calcul.

Détection des défauts MT (HTA) à la terre

L'installation avec source autonome ne doit pas comporter de mise à la terre du neutre MT.

La détection des défauts est faite par un relais de tension homopolaire MT.

Si le disjoncteur de départ est fermé, l'installation avec source autonome est exploitée avec régime de neutre correspondant à celui du poste source E.D.F.

La formule générale est :

$$\overline{V_h} = \frac{-\overline{V_n}}{1 + R \left(\frac{1}{Z_n} + j 3 C_o \omega \right)}$$

Dans laquelle :

Vn = tension simple nominale du réseau

Co = capacité homopolaire totale du réseau

I. Mise à la terre du neutre par résistance de valeur Rn :

$$V_h = \frac{V_n}{1 + \frac{R}{R_n}}$$

Dans laquelle : R = résistance du défaut

II. Mise à la terre du neutre par une bobine de point neutre :

$$V_h = \frac{V_n}{\sqrt{1 + \left(\frac{3R}{X_n} \right)^2}}$$

Dans laquelle : Xn = réactance par phase de la bobine

Si le disjoncteur de départ est ouvert, l'installation avec source autonome est exploitée avec régime de neutre isolé.

La formule générale est :

$$V_h = \frac{V_n}{\sqrt{1 + (3 Chd \omega R)^2}}$$

Dans laquelle : Chd = capacité homopolaire du départ

Dans le cas des départs aériens et mixtes le réglage retenu sera :

$$V_h = \frac{100}{\sqrt{1 + \left(\frac{I_{rc}}{I_{dtr}} \right)^2}} \% V_n$$

Dans laquelle : Irc = courant résiduel capacitif du départ

Idtr = seuil de réglage en courant du détecteur de terre résistante du poste source

Rappel

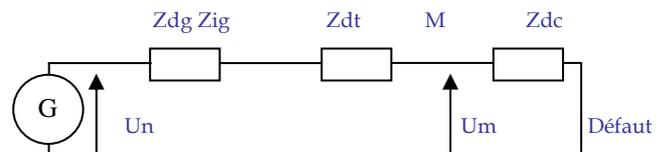
Irc = 3 Chd ω Vn

Dans laquelle : Chd = capacité homopolaire du départ

La valeur de réglage de 30% de Vn sera retenue en cas de ligne aérienne ou souterraine.

La valeur minimum de réglage sera de 3% de Vn.

Détection des défauts MT (HTA) polyphasés



Disjoncteur de départ fermé :

Selon l'emplacement du défaut, de la puissance du poste source, les défauts risquent de ne pas être détectés.

Disjoncteur de départ ouvert :

Défaut triphasé Icctri :

Icctri = Un / (√3 x Zd)

Zd = Zdg + Zdt + Zdc

Tension UM au point M :

UM(%) = Un x Zdc / (Zdg + Zdt + Zdc)

Exemple :

Réseau de 20 kV.
Générateur de 1000 kVA,
 $X'_{dg} = 20\%$,
 $X_{tr} = 6\%$,
longueur canalisation $l = 22$ km,
 $Z_{dc} = 0.6 + j 0.4 \Omega/\text{km}$ Impédance du générateur :
 Z_{dg} (réactance) = $0.2 \times (20^2/1)$
= (j) 80Ω Impédance du transformateur :
 Z_{dt} (réactance) = $0.06 \times (20^2/1)$
= (j) 24Ω Impédance de la liaison :
 $Z_{dc} = 22 \times (0.6 + j 0.4)$
= $13.2 + j 8.8$
= 15.9Ω Impédance totale Z_d :
 $Z_d = j 80 + j 24 + (13.2 + j 8.8)$
= $13.2 + j 112.8$
= 113.6Ω $UM = 100 \times 15.9 / (113.6)$
= $14\% U_n$ Défaut biphasé I_{cbbi} : $I_{cbbi} = U_n / (Z_d + Z_i)$
 $Z_d = Z_{dg} + Z_{dt} + Z_{dc}$
 $Z_i = Z_{ig} + Z_{it} + Z_{ic}$
 $Z_{dt} = Z_{it} \& Z_{dc} = Z_{ic}$
 $I_{cbbi} = U_n / (Z_{dg} + 2Z_{dt} + 2Z_{dc} + Z_{ig})$ Tension UM au point M : $UM(\%) = U_n \times 2Z_{dc} / (Z_{dg} + Z_{ig} + 2Z_{dt} + 2Z_{dc})$

Exemple :

Réseau de 20 kV.
Générateur de 1000 kVA,
 $X'_{dg} = 20\%$,
 $X'_{ig} = 10\%$,
 $X_{tr} = 6\%$, longCanalisation $l = 22$ km, ; $Z_{dc} = 0.6 + j 0.4 \Omega/\text{km}$ Impédances du générateur :
 Z_{dg} (réactance) = $0.2 \times (20^2/1)$
= (j) 80Ω Z_{ig} (réactance) = $0.1 \times (20^2/1)$
= (j) 40Ω Impédances du transformateur :
 Z_{dt} (réactance) = $Z_{it} = 0.06 \times (20^2/1)$
= $0.06 \times (20^2/1)$
= (j) 24Ω

Impédances de la liaison :

 $Z_{dc} = Z_{ic}$
= $22 \times (0.6 + j 0.4)$
= $13.2 + j 8.8$
= 15.9Ω Impédance totale $Z_d + Z_i$:
 $Z_d = j 80 + j 40 + j 2 \times 24 + 2 \times (13.2 + j 8.8)$
= $26.4 + j 185.6$
= 187.5Ω $UM = 100 \times 31.8 / (187.5)$
= $17\% U_n$

En général EDF n'effectue le calcul que pour le défaut biphasé (en extrémité de ligne)

Raccordement des installations de production inférieure ou égale à 120MW au réseau publique de transport (RPT) :

GS 21 du Comité Technique de l'Electricité du 31 mars 1999

Rappels :

Le Réseau Public de Transport (RPT) concerne les réseaux de niveau de tension de $U_n \geq 45$ kV, dépendant du Gestionnaire de Réseau Public de Transport (GRT).L'arrêté GS 21 ne s'applique qu'aux nouvelles installations de puissance $P_n \leq 120$ MW et est limité au niveau de tension 230 kV (à l'exclusion du niveau 400 kV).Par extension, et faute de textes spécifiques, ce présent arrêté GS 21, sera applicable aux raccordements sur des installations privées ou sur des réseaux privés ou sur des réseaux publics de distribution (niveau de tension $U_n < 45$ kV).

Pour les mêmes raisons, le présent arrêté sera applicable aux installations supérieures à 120 MW et aux installations raccordées au niveau 400 kV.

Possibilités d'accueil d'une nouvelle installation

* Respect des limites techniques des matériels et sécurité des personnes :

- intensités maximales admissibles.
- tenue de la tension.
- puissances de court-circuit maximales.
- élimination sélective des défauts.

Les calculs de courant de court-circuit sont précisés et en conformité avec la norme CEI-909 :

- modélisation (tension de calcul, représentation des éléments, rapport de transformation utilisé etc.).

- hypothèses de calcul (définition du réseau : prise en compte de tous les groupes > 1 MVA. réseaux 400 & 225 kV.

- * Respect de la sûreté de fonctionnement du système électrique :
 - maîtrise des incidents (protection).
 - participation active au réseau (réserve de puissance, réglage de

puissance active et réactive, soutien en situation perturbée).

Contraintes imposées au producteur

Fonctionnement du réseau à tension variable

➤ Pour les réseaux 225 kV :

- * de 200 à 245 kV sans limitation de durée.
- * de 245 à 247.5 kV pendant 20 mn (quelques fois par an).
- * de 247.5 à 250 kV pendant 5 mn (exceptionnellement).
- * de 180 à 200 kV pendant quelques heures (quelques fois par an).

➤ Pour les réseaux 90 ou 63 kV :

- * sans limitation de durée $\pm 8\%$ sans dépasser 72.5 kV (réseau 63 kV) ou 100 kV (réseau 90 kV).
- * pour les régimes de fonctionnement exceptionnel les valeurs sont définies au cas par cas.

➤ Besoin du réseau en puissance réactive :

Dans la plage de tension de $\pm 5\%$, l'installation doit être capable de moduler la puissance réactive de :

$Q_{rmin} = -0.2 P_{max}$ et $Q_{rmax} = 0.45 P_{max}$ (P_{max} étant la puissance active maximale de l'installation).

Ceci impose de disposer de régulateurs tension / puissance réactive dont le type de réglage (puissance réactive constante - réglage de tension en fonction de la puissance réactive - tension constante), avec possibilité de modification à la demande du GRT.

➤ Fonctionnement du réseau à fréquence variable :

- * de 49 à 49.5 Hz pendant 5 heures en continu (< 100 h sur la durée de vie).
- * de 50.5 à 51 Hz pendant 1 heure en continu (< 15 h sur la durée de vie).
- * de 47 à 49 Hz pendant 3 minutes (exceptionnellement).
- * de 51 à 52 Hz pendant 15 minutes (1 à 5 fois par an).
- * de 52 à 55 Hz pendant 1 minute (exceptionnellement).

Ceci impose de disposer de régulateurs de vitesse et d'une réserve de puissance pour faire face aux aléas (2.5% de la puissance installée).

Nota :

Dans le cas d'un pays interconnecté (cas de la France) il est fait référence à 2 niveaux d'action :

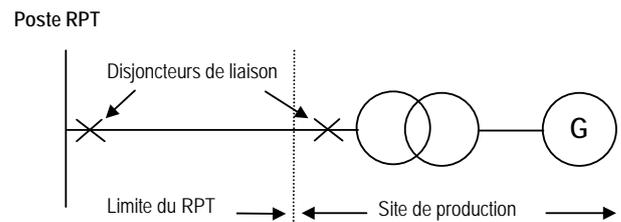
* réglage primaire (correction décentralisée des écarts production-consommation, pour limiter les variations de fréquence, par action sur les boucles de régulation).

* réglage secondaire (correction au niveau du dispatching national par modification du programme de production des groupes, par envoi d'un signal de télé-régulation).

Schémas de raccordement au RPT

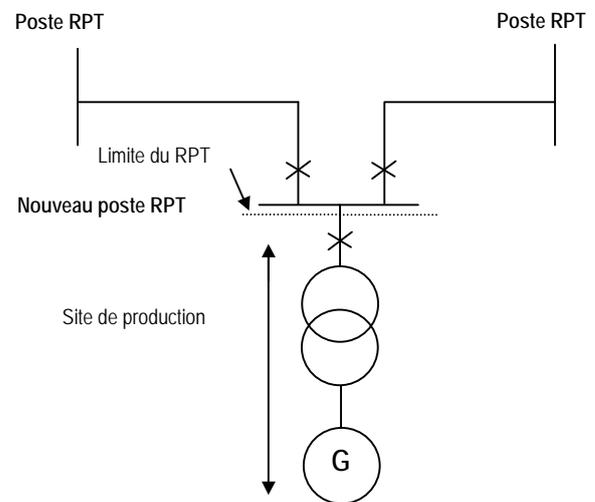
➤ Raccordement sur un poste du RPT par une liaison intégrée au RPT

SCHEMA 1 :



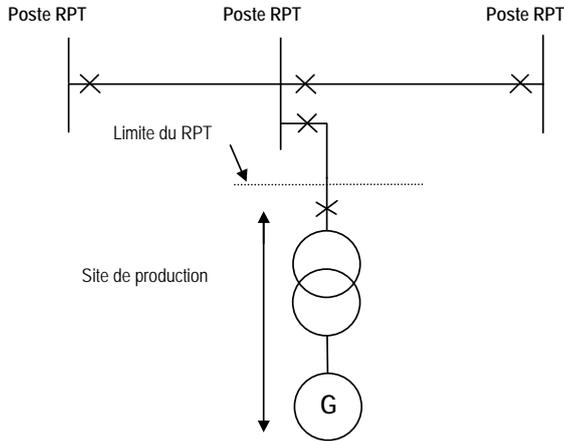
➤ Raccordement en coupure sur une liaison du RPT au niveau du site de production

SCHEMA 2 :



➤ Raccordement par une liaison et un poste en coupure sur une liaison existante

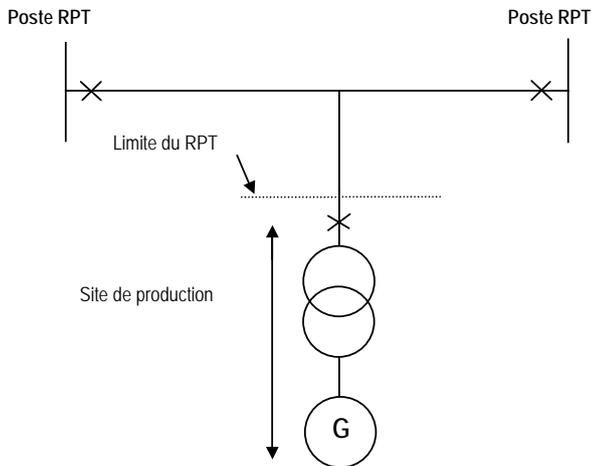
SCHEMA 3 :



SCHEMAS DEROGATOIRES PARTICULIERS

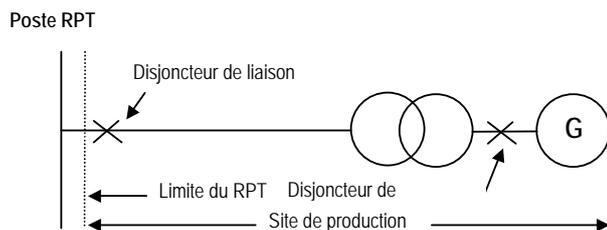
➤ Raccordement en piquage sur une liaison

SCHEMA 4 :



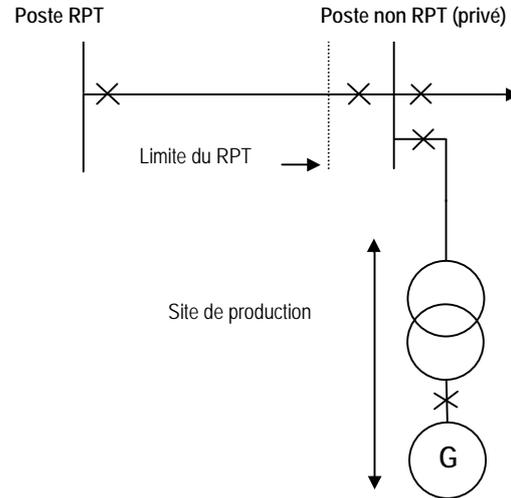
➤ Raccordement sur un poste du RPT par une liaison appartenant au Producteur à un disjoncteur

SCHEMA 5 :



➤ Raccordement direct sur un poste non RPT (privé)

SCHEMA 6 :



Nota :

Le couplage sur le réseau ne se réalise que lorsque les conditions suivantes sont réalisées :

- * écart de fréquence < 0.1 Hz
- * écart de tension < 10%
- * écart de phase < 10°

Stabilité

Le GRT imposera des calculs démontrant la stabilité de l'installation lors de petits mouvements, reports de charge et lors de perturbations telles que les déclenchements de lignes et défauts proches avec fortes chutes de tension.

Ces calculs font intervenir les caractéristiques propres de l'alternateur, du transformateur, du réseau et des régulateurs de tension et vitesse ne peuvent être effectués que sur ordinateur.

Le GRT définit les conditions techniques de calcul.

Système de protection

➤ Régime de neutre :

Sur le RPT le potentiel des neutres doit être fixé à la terre (côté HT), et généralement par l'intermédiaire de réactance de manière à limiter le courant de défaut à la terre.

➤ Plan de protection :

Le Producteur doit concevoir le système de protection de ses propres installations.

Le RPT a la responsabilité de définir l'expression des besoins par l'intermédiaire d'un cahier des charges :

Plan de protection qui définit les performances du système de protection

Plan Qualité (respect de principe d'assurance qualité) voir contrat Emeraude

Plan de protection

- Rapidité d'élimination.
- Sélectivité (déclenchement monophasé sur défaut monophasé dans le cas du raccordement sur réseau 225 kV).
- Sécurité des personnes et des biens (secours local et éloigné en cas de défaillance).
- Sûreté de fonctionnement (doublement des protections principales sélectives traitement de la défaillance disjoncteur).
- Reprise de service (réenclenchement)

➤ Temps maximaux d'élimination des défauts

En 400 kV :

Le temps d'ouverture des disjoncteurs est compris (50 ms)

- * défauts lignes : 90 à 120 ms
- * défauts barres : 90 ms
- * défauts avec défaillance d'un disjoncteur : 220 à 270 ms

En 225 kV :

Le temps d'ouverture des disjoncteurs est compris (90 ms)

- * défauts lignes : 130 à 160 ms (postes proches), 130 à 800 ms pour les autres postes (< 250 ms si téléactions)
- * défauts barres : 130 ms

➤ Pour protéger une liaison :

- Protection de distance
- Protections différentielles de ligne ou à comparaison de phase

En 400 kV :

Lignes normales :

Protection n° 1 : Distance avec téléaction
Protection n° 2 : Distance avec téléaction
Performances : 80 ms

Lignes stratégiques ou en piquage :

Protection n° 1 : Différentielle
Protection n° 2 : Distance avec téléaction
Performances : 80 ms

En 225 kV :

Lignes normales :

Protection n° 1 : Distance avec téléaction
Protection n° 2 : Distance avec téléaction
Performances : 120 ms (Z1 + Z2) à 600 ms (Z3)
Lignes avec contraintes de stabilité :
Protection n° 1 : Comparaison de phase

Protection n° 2 : Distance avec téléaction

Performances : 120 ms (Z1 + Z2) à 600 ms (Z3)

En HT :

Lignes poste THT/HT :

Protection n° 1 : Distance avec téléaction

Protection n° 2 : Distance avec téléaction

Performances : 140 ms (Z1 + Z2) à 800 ms (Z3)

➤ Pour protéger un transformateur :

Protection Buchholz
Protection masse cuve

➤ Pour protéger un jeu de barres :

Protection différentielle ou directionnelle (Protection Principale Pp)
Protection de débouclage de barres (Protection de secours Ps)

La protection de débouclage de barres est composée d'une protection de distance sur le couplage surveillant de la même manière les zones amont et aval (surveillance proche).

En cas de détection d'un défaut la protection de distance sur le couplage donne un ordre d'ouverture au disjoncteur de couplage, qui déboucle les barres et isole la barre en défaut du reste du poste. Puis ouverture dans les postes encadrants des départs alimentant le défaut (par Z2 + t2)

En 400 kV :

PLAN 86 :

Protection principale Pp: Différentielle de barres
Protection de secours Ps: Débouclage de barres
Performances :
Pp = 75 ms
Ps :
couplage = 250 ms
encadrants = 380 ms

En 225 kV Interconnexion :

PLAN HT 83 :

Protection principale Pp : Différentielle de barres
Protection de secours Ps : Débouclage de barres
Performances :
Pp = 95 ms
Ps :
couplage = 380 ms
encadrants = 600 ms
(Fin du dossier)