

EDF GDF SERVICES	GUIDE TECHNIQUE DE LA DISTRIBUTION D'ELECTRICITE .	B 61.41
	<b>PROTECTION DES INSTALLATIONS DE PRODUCTION RACCORDÉES A UN RÉSEAU DE DISTRIBUTION</b>	

## RESUME

Le présent chapitre a pour objet de décrire les dispositifs de protection à mettre en œuvre sur le réseau de distribution et les installations raccordées à ce réseau, comportant une ou plusieurs sources de production d'énergie électrique un réseau HTA ou BT.

Il présente :

- La constitution des différents types de protection de découplage disponibles
- Les critères de choix de la protection de découplage à installer par chaque utilisateur
- Le maintien de la sélectivité des protections du réseau HTA (B 61-2) et des postes de livraison (norme NF C 13-100).

## EVOLUTIONS

Établi en novembre 2001.  
Annule et remplace : B61.4

## DOCUMENTS ASSOCIÉS

- 1) GTDE chapitre B 61. 2 “ Plan de protection des réseaux HTA ”,
- 2) GTDE chapitre A 34 “ Raccordement des producteurs autonomes”(révision en cours),
- 3) GTDE chapitre C 22.7 “ Exploitation des installations des producteurs autonomes ”,
- 4) GTDE chapitre B 88.11 “ Protections des installations clients HTA et BT, Procédures d'autorisation d'emploi générique et d'approbation du Distributeur local ”,

Accessibilité <b>EXTERNE</b>  Copyright EDF 2001		Créé le : 05/12/01  D KLAJA
---	---	-----------------------------------

<b>PARTIE 1. GÉNÉRALITÉS.....</b>	<b>4</b>
1.1. OBJET .....	4
1.2. TEXTES RÉGLEMENTAIRES ET NORMES .....	4
1.3. PRINCIPE ET OBLIGATION D'UNE PROTECTION DE DÉCOUPLAGE.....	4
1.4. APPROBATION ET VÉRIFICATION PAR LE DISTRIBUTEUR .....	5
1.5. DISPOSITIONS GÉNÉRALES DES INSTALLATIONS.....	5
<b>PARTIE 2. INSTALLATIONS COMPORTANT DES MOYENS DE PRODUCTION FONCTIONNANT EN COUPLAGE PERMANENT .....</b>	<b>6</b>
2.2. PRINCIPES GÉNÉRAUX.....	6
2.1.1. Introduction .....	6
2.1.2. Le plan de protection coordonné .....	6
2.2. PROTECTION DE DÉCOUPLAGE .....	8
2.2.1. Objet de la protection de découplage .....	8
2.2.2. Constitution de la protection de découplage .....	8
2.2.3. Détection des défauts HTA monophasés.....	9
2.2.4. Détection des défauts polyphasés .....	12
2.2.5. Détection des fonctionnements en réseau séparé.....	15
2.3. DISPOSITIONS COMPLÉMENTAIRES .....	17
2.3.1. Réduction de la durée de fonctionnement en réseau séparé .....	17
2.3.2. Réduction des faux couplages sur réenclenchement HTA .....	17
2.3.3. Réduction des creux de tension de forte amplitude.....	17
2.3.4. Détection des défauts affectant le réseau HTB .....	17
2.3.5. Résumé.....	18
2.4. DIFFÉRENTS TYPES DE PROTECTION HTA .....	19
2.4.1. La protection de découplage type 1-1.....	20
2.4.2. La protection de découplage type 1-2.....	22
2.4.3. La protection de découplage type 1-3.....	24
2.4.4. La protection de découplage type 1-4.....	26
2.4.5. La protection de découplage type 1-4 modifié.....	29
2.4.6. La protection de découplage type 1-5.....	31
2.5. DIFFÉRENTS TYPES DE PROTECTION BT .....	33
2.5.1. La protection de découplage type 2-1.....	34
2.5.2. La protection de découplage type 2-2.....	36
2.5.3. Le sectionneur automatique selon DIN VDE 0126.....	37
2.6. CRITÈRES DE CHOIX .....	38
2.6.1. Arbres de décision.....	38
2.7. INSERTION DES PROTECTIONS DE DÉCOUPLAGE.....	43
2.7.1. Dispositions pratiques.....	43
2.7.2. Coordination entre protections de découplage et d'installation .....	45
2.8. CHOIX DES RELAIS .....	45
2.9. APPAREILLAGE DE COUPLAGE / DÉCOUPLAGE .....	45
2.9.1. Généralités.....	45
2.9.2. Choix de l'appareil .....	46
2.9.3. Emplacement.....	46
2.10. CHAÎNE DE DÉCOUPLAGE .....	47
2.11. INHIBITION DE LA PROTECTION DE DÉCOUPLAGE.....	48
2.11.1. Installations dont la production n'est pas en service permanent.....	48
2.11.2. Installations séparées en deux par l'appareil de découplage.....	48
2.11.3. Réalisation de l'inhibition.....	48
2.12. COUPLAGE .....	48
2.13. LA PROTECTION GÉNÉRALE NF C 13-100 .....	49
2.13.1. Principes généraux .....	49
2.13.2. Protection générale d'une installation sans moyen de production.....	49

<p>Accessibilité <b>EXTERNE</b></p> <p>Copyright EDF 2001</p>		<p>Créé le : 05/12/01</p> <p>D KLAJA</p>
---	---	--

2.13.3.	<i>Protection générale d'une installation équipée d'une centrale de production</i> .....	49
2.14.	LES PROTECTIONS POSTE SOURCE ET DRR.....	52
2.14.1.	<i>Généralités</i> .....	52
2.14.2.	<i>Impact sur le plan de protection homopolaire</i> .....	52
2.14.3.	<i>Impact sur le plan de protection phase</i> .....	53
2.14.4.	<i>Choix et réglage des protections</i> .....	56
2.14.5.	<i>Dispositions complémentaires</i> .....	60

### **PARTIE 3. INSTALLATIONS COMPORTANT DES MOYENS DE PRODUCTION FONCTIONNANT EN COUPLAGE FUGITIF OU SANS COUPLAGE AU RÉSEAU ..... 61**

3.1.	PRINCIPES GÉNÉRAUX.....	61
3.2.	PROTECTION DE DÉCOUPLAGE .....	61
3.2.1.	<i>Protections de découplage utilisables</i> .....	61
3.2.1.	<i>Protection de découplage type 1-1 pour couplage fugitif</i> .....	62
3.2.3.	<i>La protection de découplage type 3.1</i> .....	63
3.2.4.	<i>La protection de découplage type 3.2</i> .....	65
3.2.5.	<i>La protection de découplage type 3.3</i> .....	66
3.2.6.	<i>La protection de découplage type 3.4</i> .....	67
3.2.7.	<i>Critères de choix</i> .....	67
3.2.8.	<i>Insertion des protections</i> .....	69

## PARTIE 1. GÉNÉRALITÉS

### 1.1. OBJET

Le présent chapitre a pour objet de décrire les dispositifs de protection à mettre en œuvre sur le réseau de distribution et les installations raccordées à ce réseau, comportant une ou plusieurs sources de production d'énergie électrique un réseau HTA ou BT.

Il traite :

- de la constitution des différents types de protection de découplage disponibles
- des critères de choix de la protection de découplage à installer par chaque utilisateur
- du maintien de la sélectivité des protections du réseau HTA (B 61-2) et des postes de livraison (norme NF C 13-100).

### 1.2. TEXTES RÉGLEMENTAIRES ET NORMES

- Arrêtés du 14 Avril 1995 et du 3 Juin 1998 relatifs aux conditions techniques de raccordement aux réseaux publics de distribution des installations de production autonome d'énergie électrique de puissance supérieure à 1 MW.
- Arrêté du 31 Juillet 1997 relatif aux conditions techniques de raccordement aux réseaux publics de distribution des installations de production autonome d'énergie électrique de puissance inférieure à 1 MW.
- Arrêté du 15 avril 1999 relatif aux conditions techniques de raccordement des installations de production autonome d'énergie électrique aux réseaux publics non reliés à un grand réseau interconnecté.
- Cahier des charges de la concession à EDF du réseau d'alimentation générale en énergie électrique (RAG) du 10 Avril 1995,
- Conditions techniques de distribution : arrêté technique du 2 Avril 1991,
- Modèle de cahier des charges pour la distribution publique.
- Norme NF C 13-100 " Poste de livraison alimenté par un réseau de distribution publique HTA ",
- Norme NF C 14-100 " Installation de branchement à basse tension "
- Norme NF C 15-100 " Règles d'installations électriques à basse tension ".

### 1.3. PRINCIPE ET OBLIGATION D'UNE PROTECTION DE DÉCOUPLAGE

Lorsque les installations comportent une source autonome d'énergie électrique (ou un matériel susceptible de se comporter comme tel) celle-ci ne doit pas entraîner de perturbation sur le réseau d'alimentation.(NF C13-100 § 435).

Les arrêtés traitant des conditions techniques de raccordement des installations de production autonome prescrivent que toute installation raccordée au réseau HTA, comportant des moyens de production doit en complément de la protection générale (selon la NF C13-100 ou la NF C 14-100 ), être équipée d'une fonction protection de découplage pour préserver la sécurité et la sûreté des réseaux HTA de distribution ainsi que la qualité et la disponibilité de la tension qu'ils distribuent à leurs utilisateurs.

<p>Accessibilité <b>EXTERNE</b></p> <p>Copyright EDF 2001</p>		<p>Créé le : 05/12/01</p> <p>D KLAJA</p>
---	---	--

Cette protection a pour objet, en cas de défaut sur le réseau de:

- éviter d'alimenter un défaut ou de laisser sous tension un ouvrage en défaut,
- ne pas alimenter les autres installations raccordées à une tension ou à une fréquence anormale,
- permettre les réenclenchements automatiques des ouvrages du réseau.

Elle doit en outre permettre d'effectuer les travaux sous tension nécessitant une mise en régime spécial d'exploitation.

Les temps d'action des protections de découplage doivent être coordonnés avec ceux du plan de protection du réseau de distribution.

Lorsque les apports en courant de court-circuit des installations sont importants, des dysfonctionnements du plan de protection coordonné du réseau peuvent apparaître. Il est alors nécessaire de procéder à des aménagements ou à des adaptations des protections de réseau et/ou de la protection générale de l'installation. Il en est de même lors de la mise en œuvre de schémas particuliers de raccordement (câbles en parallèle...).

#### 1.4. APPROBATION ET VÉRIFICATION PAR LE DISTRIBUTEUR

Avant toute réalisation (d'un projet de construction ou d'aménagement d'un poste de livraison ou d'un branchement), le gestionnaire de l'installation à raccorder doit demander l'approbation préalable du Distributeur d'énergie électrique sur les dispositions prévues, tant en ce qui concerne le choix du matériel que de son emplacement. Toute modification des dispositions initiales doit également être soumise à l'approbation préalable du distributeur d'énergie électrique. (cf. NFC 13-100 § 15 et NFC 14-100 §3.1).

Avant mise en service ou remise en service après séparation du réseau d'un poste de livraison, le Distributeur doit vérifier la mise à jour du schéma électrique, le bon fonctionnement des asservissements, protections générales et rendre inaccessibles les réglages par plombage ou toute autre disposition. Le réglage de ces protections sera effectué conjointement par le distributeur et le client. Les frais d'interventions seront à la charge de ce dernier.

Le Distributeur peut, à tout moment, accéder à tout moment aux protections générale et de découplage et procéder à la vérification de leur bon fonctionnement, cependant le distributeur n'assume jamais la maintenance de ces installations qui restent de la responsabilité du client ou du producteur.

#### 1.5. DISPOSITIONS GÉNÉRALES DES INSTALLATIONS

Pour satisfaire à l'obligation de protection, tout projet d'installation comportant une source d'énergie électrique doit (cf. NFC 13-100 § 435) présenter :

- Soit une disposition des installations telle que la source ne puisse en aucun cas fonctionner en parallèle avec le réseau d'alimentation
- Soit une protection de découplage déterminée en accord avec le distributeur ayant pour but d'interrompre le fonctionnement en parallèle quand survient un défaut sur le réseau du distributeur.

La protection de découplage peut être à fonctionnement instantané ou temporisé. Dans ce dernier cas, elle doit assurer une sélectivité chronométrique avec la protection amont du distributeur. Cette sélectivité, donnant le temps à la protection du distributeur de fonctionner, évite (aussi) les déclenchements non justifiés de la protection de découplage.

La commande de l'organe assurant le découplage doit se faire à minimum de tension. Le réglage de

<p>Accessibilité <b>EXTERNE</b></p> <p>Copyright EDF 2001</p>		<p>Créé le : 05/12/01</p> <p>D KLAJA</p>
---	---	--

la protection est effectuée par le distributeur et est rendu inaccessible à l'utilisateur par plombage ou toute autre disposition.

Les circuits d'alimentation et d'ouverture doivent également être rendus inaccessibles à l'utilisateur.

La suite du présent chapitre décrit les différentes protections de découplage à mettre en œuvre pour respecter ces règles. Pour faciliter leur présentation, on les a séparées selon la destination des sources d'énergie électrique de l'installation :

- Installations HTA comportant des moyens de production fonctionnant en couplage permanent
- Installations HTA comportant uniquement les groupes de secours ou de remplacement avec limitation de leur durée de couplage au réseau.

## PARTIE 2. INSTALLATIONS COMPORTANT DES MOYENS DE PRODUCTION FONCTIONNANT EN COUPLAGE PERMANENT

### 2.2. PRINCIPES GÉNÉRAUX

Sont concernées toutes les installations comportant une source d'énergie électrique pouvant être couplée directement ou indirectement au réseau HTA sans limite de durée.

#### 2.1.1. Introduction

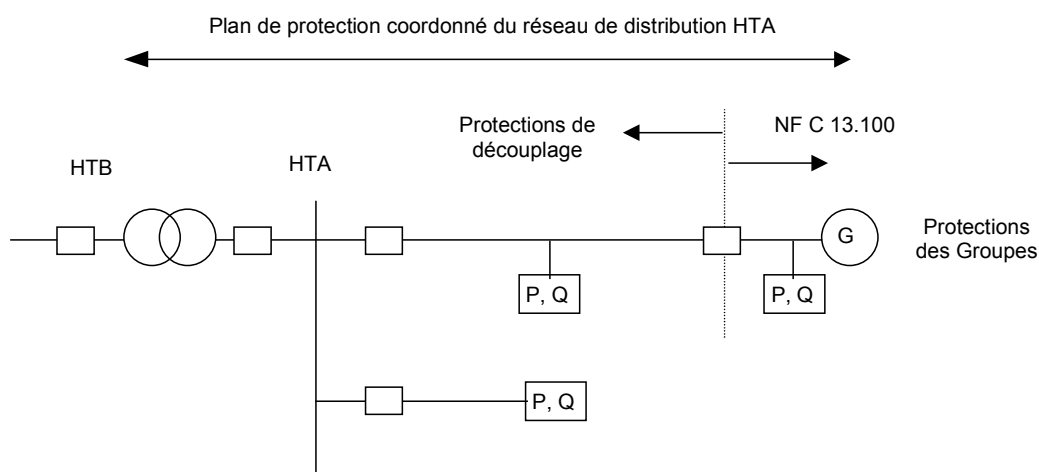
Tout défaut apparaissant sur un élément du réseau HTA ou raccordé à celui-ci doit être détecté rapidement et éliminé par le plan de protection coordonné du réseau HTA afin de préserver la sécurité des personnes et l'intégrité des matériels électriques, y compris au cours des travaux sous tension.

Afin de répondre aux obligations contractuelles de continuité de la fourniture d'énergie électrique, le processus d'élimination du défaut doit respecter les principes de sélectivité .

La qualité de desserte des clients ne doit pas être dégradée au delà des seuils de compatibilité par le raccordement d'un producteur.

#### 2.1.2. Le plan de protection coordonné

##### 2.1.2.1. Différents éléments du plan de protection coordonné



Le plan de protection coordonné du réseau de distribution HTA comprend trois étages :

<p>Accessibilité <b>EXTERNE</b></p> <p>Copyright EDF 2001</p>		<p>Créé le : 05/12/01</p> <p>D KLAJA</p>
---	---	--

- 1) Les protections du réseau de distribution principalement placées dans les postes sources HTB/HTA.
- 2) Les protections générales des postes de livraison répondant à la norme NF C 13-100, qui sont destinées à protéger contre les surintensités et les courants de défaut à la terre les installations HTA des clients. Ces protections, doivent être sélectives et donc coordonnées, d'une part, avec les protections divisionnaires placées sur les circuits d'utilisation et d'autre part, avec les protections du réseau de distribution HTA.
- 3) Les protections de découplage des installations comportant des sources d'énergie électrique qui sont destinées à découpler les sources de production du réseau de distribution lors d'une anomalie affectant celui-ci.

Les protections divisionnaires des installations et internes des ouvrages et équipements particuliers ne sont pas incluses dans l'approche du plan de protection coordonné du réseau de distribution HTA. Ces protections sont destinées limiter les dommages et les risques pouvant résulter de l'utilisation de l'installation électrique. Leur mise en œuvre repose, d'une part, sur l'obligation de prudence de l'exploitant des installations concernées et d'autre part, sur la recherche de la meilleure disponibilité des installations. Elles sont normalement sélectives avec la protection générale NF C 13-100 .

### 2.1.2.2. Impact des centrales de production décentralisées

Généralement les plans de protection ont été mis en place sans site de production raccordés au réseau HTA ou en négligeant les rares sites dont le plus souvent la puissance n'excédait pas quelques MVA. En fait la contribution d'une production de forte puissance raccordée en HTA aux courants de défaut polyphasé peut modifier sensiblement la répartition et la valeur des courants mesurés par les protections du réseau et donc affecter leur fonctionnement et leur sélectivité.

Tout projet de raccordement d'une production de forte puissance au réseau HTA doit comprendre la vérification du plan de protection du réseau. Cette vérification pourra conduire pour conserver la sélectivité des protections de phase de certains départs et postes de livraison, à installer en complément des protections ampèremétriques habituelles des protections directionnelles de phase ou des protections naturellement sélectives telles que les protections différentielles longitudinales.

### 2.1.2.3. Raccordement d'une production non marginale

Une production non marginale a par définition un impact non négligeable sur la conduite et l'exploitation des réseaux HTA et donc justifie la prise de dispositions particulières par le gestionnaire du réseau pour :

- la conduite et l'exploitation du système électrique,
- le fonctionnement du plan de protection coordonné.

Pratiquement, une centrale de production est non marginale si :

- tel que défini dans le chapitre XII de l'arrêté du 3 Juin 1998 relatif au raccordement des productions >1 MW, sa puissance apparente installée ou active nominale dépasse 25% de la puissance apparente nominale du

Accessibilité <b>EXTERNE</b> Copyright EDF 2001		Créé le : 05/12/01 D KLAJA
---	---	-------------------------------

transformateur HTB/ HTA ou de la charge maximale du départ HTA.

- ou si elle est appelée dans le cadre du secours du système électrique (ex : anciens groupes EJP passés au contrat dispatchable...).

Pour chaque centrale non marginale, le choix des dispositions de raccordement et de protection doit favoriser le maintien de leur contribution au système électrique en situation perturbée (baisse généralisée de la fréquence, tension basse du réseau).

- Les dispositions complémentaires demandées au producteur seront adaptées au mode de raccordement de sa centrale (départ dédié ou non), de sa puissance et de son importance dans le système électrique et comprendront les adaptations nécessaires pour la réduction des déclenchements injustifiés en cas de court circuit affectant un départ adjacent HTA ou le réseau amont.

## 2.2. PROTECTION DE DÉCOUPLAGE

### 2.2.1. Objet de la protection de découplage

Pour satisfaire à son objet général qui est :

- éviter d'alimenter un défaut ou de laisser sous tension un ouvrage en défaut,
- ne pas alimenter les autres installations raccordées à une tension ou à une fréquence anormale,
- permettre les réenclenchements automatiques des ouvrages du réseau,

Cette protection doit détecter :

- les défauts affectant le raccordement HTA, défauts d'isolement polyphasés ou monophasés,
- la perte de liaison avec le réseau amont HTB ou HTA et un éventuel maintien par le producteur de l'alimentation du réseau dans des conditions non maîtrisées par le Distributeur.

### 2.2.2. Constitution de la protection de découplage

Les protections de découplage utilisent les critères suivants :

- maximum de tension homopolaire,
- minimum de tensions composées,
- maximum de tension composée,
- maximum et minimum de fréquence.

Ces critères peuvent être complétés par un dispositif de surveillance de la liaison au réseau HTB du départ HTA de raccordement portant sur la position des disjoncteurs de départ, de couplage et des transformateurs HTB/HTA du poste source. La séparation du départ par ouverture d'un de ces disjoncteurs provoque l'émission d'une télé action de découplage de la centrale.

Dans la suite, on examine les conditions de mise en œuvre de chaque critère puis leur coordination avec les autres dispositifs du plan de protection.

Accessibilité <b>EXTERNE</b> Copyright EDF 2001		Créé le : 05/12/01  D KLAJA
---	---	-----------------------------------



## 2.2.3. Détection des défauts HTA monophasés

### 2.2.3.1. Principe de détection

L'impédance de mise à la terre du neutre du réseau HTA de distribution est unique et placée au poste source. Les installations alimentées par le réseau HTA ne doivent pas comporter de liaison à la terre du point neutre HTA même par une impédance de grande valeur telle que celle présentée par un générateur homopolaire. Une telle liaison amènerait en effet une dégradation et des perturbations du plan de protection.

Dans la détection des défauts monophasés HTA depuis le poste de livraison d'une centrale, deux situations sont à examiner :

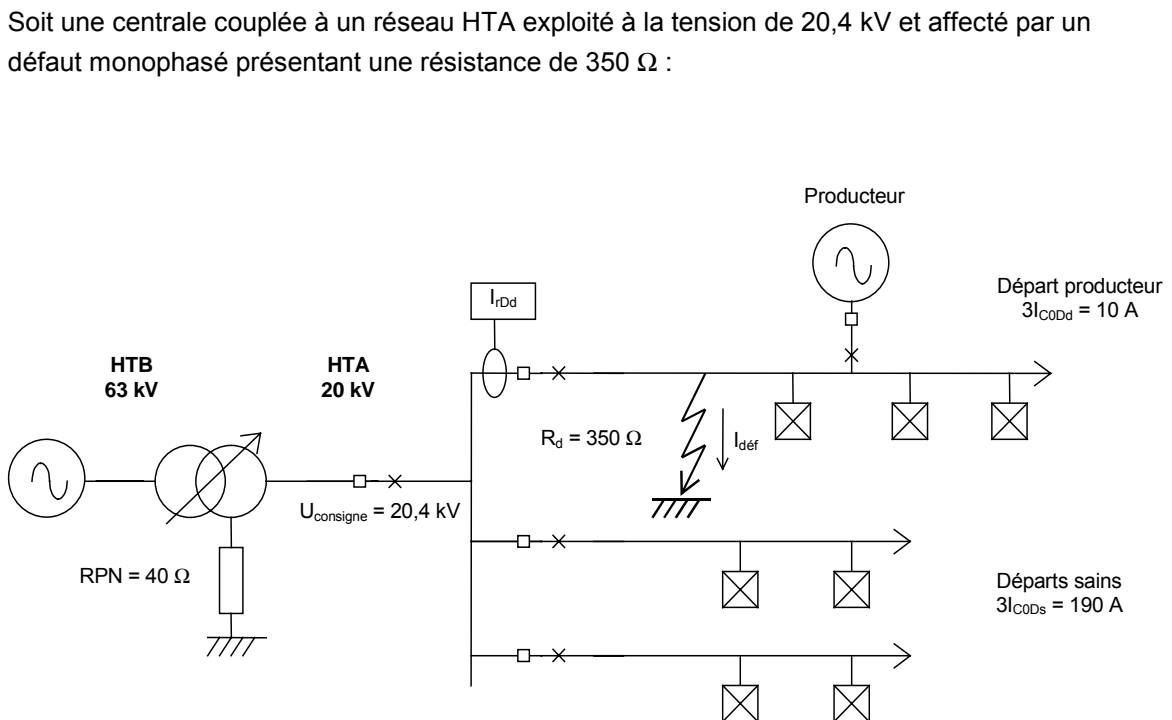
- 1) La centrale est couplée au réseau général via son raccordement HTA au poste source, elle bénéficie du régime de neutre créé par l'impédance placée au poste source.

En cas de défaut entre une phase et la terre, l'amplitude de la tension homopolaire HTA est fonction de l'impédance de fixation du neutre, de la capacité homopolaire du réseau et de la résistance du défaut.

- 2) La centrale est séparée du réseau général par ouverture de sa liaison au poste source, elle ne bénéficie plus, ainsi qu'une partie du réseau, du régime de neutre du poste source et fonctionne en régime de neutre HTA isolé.

En cas de défaut d'isolement entre une phase et la terre, l'amplitude de la tension homopolaire créée est fonction de la capacité homopolaire du réseau HTA et de la résistance du défaut.

Exemple :



1) La centrale est couplée au réseau HTA et bénéficie du régime de neutre de celui-ci :

Pour une résistance de défaut  $R_d$  de 350  $\Omega$ , et pour des courants résiduels capacitifs maximaux de 200 A pour la totalité du réseau HTA et de 10 A pour le départ en défaut, on obtient pour une tension de réseau de 20,4 kV :

$$\begin{aligned} I_{\text{d}\acute{\text{e}}\text{f}} &= 31 \text{ A} \\ I_{\text{rDd}} &= 30,5 \text{ A} \\ \mathbf{V_o} &= \mathbf{1020 \text{ V}} \text{ et } \mathbf{I_N} = \mathbf{25,5 \text{ A}} \\ V_r &= 3060 \text{ V} \end{aligned}$$

2) Suite au déclenchement du disjoncteur de départ du poste source, la centrale alimente son départ de raccordement et le défaut d'isolement est maintenu.

L'ouverture du disjoncteur au poste source a mis le départ en régime de neutre isolé. Pour une même résistance de défaut, et un capacitif du départ de 10 A, les caractéristiques du défaut source réseau à neutre isolé deviennent :

$$\begin{aligned} I_{\text{d}\acute{\text{e}}\text{f}} &= 3 I_0 = 9,8 \text{ A} \\ I_{\text{rDd}} &= 0 \\ \mathbf{V_o} &= \mathbf{11\ 270 \text{ V}} \\ V_r &= 33\ 810 \text{ V} \end{aligned}$$

### Conclusion

La protection à maximum de tension homopolaire assure la détection des défauts d'isolement monophasés dans les deux situations de la centrale couplée au réseau. Dans le cas du régime de neutre impédant, sa sensibilité est améliorée après l'îlotage de la centrale sur son départ:

	Départ fermé	Départ ouvert
$V_o$	1020 V	11 270 V

Le choix d'une protection à maximum de tension résiduelle s'impose donc pour détecter les défauts HTA monophasés.

Mais, cette protection très sensible n'est pas sélective. Tout défaut monophasé survenant sur un départ adjacent pourra être détecté par le relais à minimum de tensions composées et provoquer alors un découplage injustifié.

#### **2.2.3.2. Sensibilité et réglage**

Le seuil détection de tension homopolaire est déterminé de façon à obtenir une sensibilité équivalente à celle de la protection homopolaire du départ HTA.

Sur les réseaux HTA d'EDF GDF SERVICES, le réglage à un niveau de **10 %** permet de satisfaire cet objectif indépendamment du mode de mise à la terre du point neutre.

Suivant le type de protection de découplage, le relais à maximum de tension résiduelle sera

Accessibilité <b>EXTERNE</b>  Copyright EDF 2001		Créé le : 05/12/01  D KLAJA
---	---	-----------------------------------

instantané ou temporisé en fonction du niveau souhaité de sélectivité. Ce choix sera lié à l'importance de la production et des processus industriels associés.

### 2.2.3.3. Seuil de fonctionnement en régime de neutre isolé

Ce seuil de fonctionnement peut être calculé, pour une valeur de sensibilité désirée  $R_d$  (résistance de défaut), en fonction de la capacité homopolaire du départ du producteur  $C_{0Dd}$ . Ramené à la tension simple  $V$ , il est égal à :

$$\frac{V_o}{V} = \frac{1}{\sqrt{1 + (3 R_d C_{0Dd} \omega)^2}} \quad \begin{array}{l} R_d \quad : \text{ sensibilité désirée} \\ C_{0Dd} \quad : \text{ capacité homopolaire du départ} \end{array}$$

Un réglage au seuil de 10 % permet en régime séparé, la détection d'un défaut ayant une résistance maximale de 2.3 k $\Omega$  sur un départ exploité à 20 kV et présentant un courant résiduel capacitif de 50 A.

### 2.2.3.4. Limites de sensibilité du relais homopolaire

Compte tenu de la performance des chaînes de mesure et des imperfections du réseau, le seuil de réglage du relais à maximum de tension homopolaire doit toujours être supérieur à **3 %**. Le relais réglé pour un fonctionnement instantané doit présenter une insensibilité aux phénomènes transitoires affectant le réseau. Le franchissement de seuil d'une durée inférieure à ou égale 60 ms ne doit pas provoquer de sortie et tout franchissement de seuil d'une durée supérieure ou égale à 100 ms doit provoquer une sortie logique.

### 2.2.3.5. Influence de la temporisation

En cas de défaut monophasé HTA (et ou de fonctionnement du disjoncteur shunt), tous les relais à maximum de tension homopolaire sont généralement sollicités avant séparation de l'élément de réseau défectueux par les protections de réseau (distributeur ou client). Les relais à maximum de tension homopolaire réglés pour un fonctionnement instantané peuvent alors provoquer le découplage non justifié de leur centrale de production.

A titre d'exemple, le tableau suivant donne les niveaux de sollicitation des relais de tension homopolaire calculés pour un réseau exploité à 20.4 kV, présentant un courant résiduel capacitif de 200 A, pour quatre modes de fixation du neutre HTA et deux valeurs de résistance de défaut (30 ou 350  $\Omega$ ).

Impédance du neutre HTA	$V_o / V_n$ pour $R_d = 30 \Omega$	$V_o$ pour $R_d = 350 \Omega$
40 $\Omega$	55%	9%
80 $\Omega$	68%	13%
40 $\Omega + j 40 \Omega$	72%	18%
Compensé	100%	66%

Accessibilité <b>EXTERNE</b> Copyright EDF 2001		Créé le : 05/12/01  D KLAJA
---	---	-----------------------------------

Pour un seuil donné de réglage, le nombre de ces déclenchements injustifiés est lié au :

- Nombre total de défauts monophasés
- Niveau de résistance des défauts et le cas échéant, aux fonctionnements du disjoncteur shunt,
- Mode de fixation du point neutre, (valeurs de l'impédance impédance de point neutre et de capacité homopolaire du réseau),

Pour limiter le nombre de déclenchements injustifiés, la solution retenue consiste en la temporisation de la protection à maximum de tension homopolaire à une valeur de  $t_0 + 0,5$  seconde.

$t_0$  est égal à:

- la temporisation la plus élevée des protections de premier seuil homopolaire des départs HTA dans le cas d'un régime de neutre impédant et d'un régime de neutre compensé sans usage du réenclenchement rapide.
- Deux fois la valeur de la temporisation la plus élevée des protections wattmétriques homopolaire + 0,65 seconde (temps maximal de retombée de la tension homopolaire au poste source) dans le cas d'un régime de neutre compensé avec usage du réenclenchement rapide.

#### 2.2.4. Détection des défauts polyphasés

Dans la détection des défauts polyphasés HTA depuis le poste de livraison d'une centrale, deux situations sont à examiner :

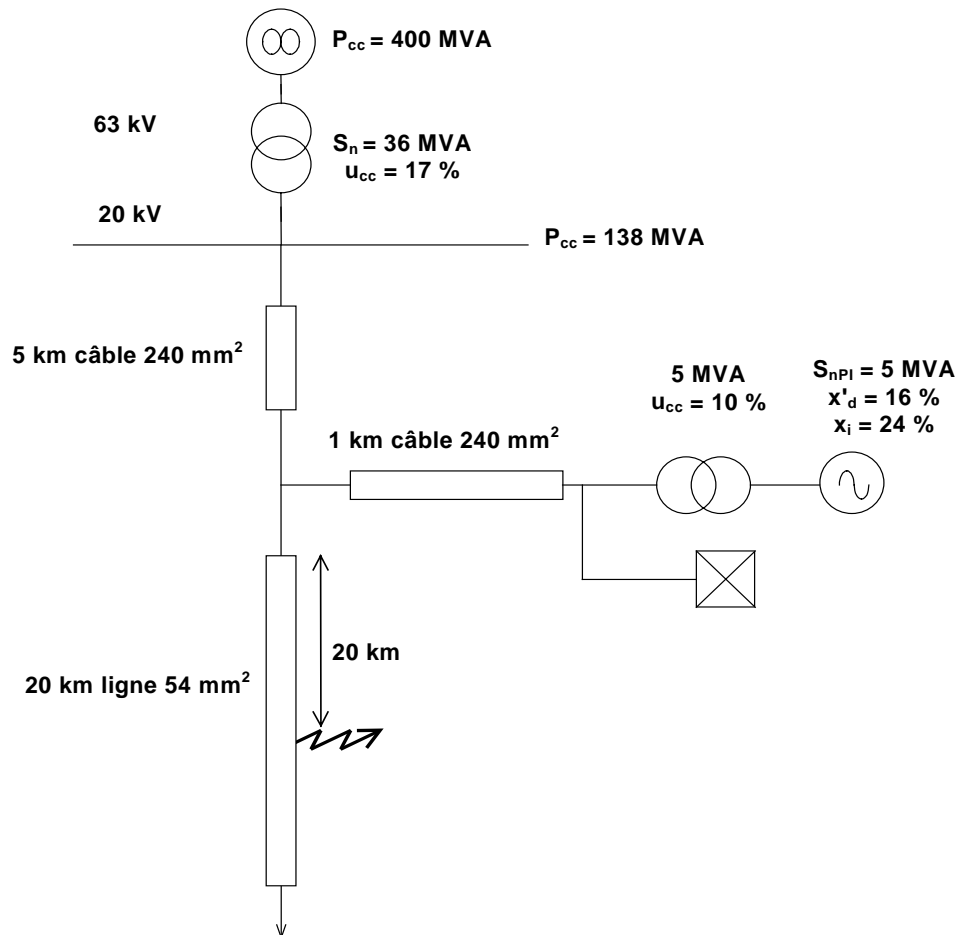
La centrale est couplée au réseau général via son raccordement HTA au poste source. En cas de défaut entre phases, l'amplitude du creux de tension créé est fonction du type de défaut, de sa position et des impédances internes des sources (réseau, centrale).

La centrale est séparée du réseau général par ouverture de sa liaison au poste source, elle alimente alors une partie de la charge du réseau. En cas de défaut entre phases, l'amplitude du creux de tension créé est fonction du type de défaut, de sa position et des impédances internes de la centrale.

Accessibilité <b>EXTERNE</b> Copyright EDF 2001		Créé le : 05/12/01  D KLAJA
---	---	-----------------------------------

**Exemple :**

Soit une centrale de 5 MVA couplée à un départ HTA affecté par un défaut polyphasé situé à 25 km du poste source :



1) La centrale est couplée au réseau HTA et contribue à l'alimentation du courant de défaut avec le réseau amont :

Le défaut triphasé franc abaisse les **tensions composées** mesurées au droit du poste de livraison à **87 %** de la tension normale.

2) Suite au déclenchement du disjoncteur de départ du poste source, la centrale alimente son départ de raccordement et le défaut d'isolement est maintenu alimenté par la centrale seule.

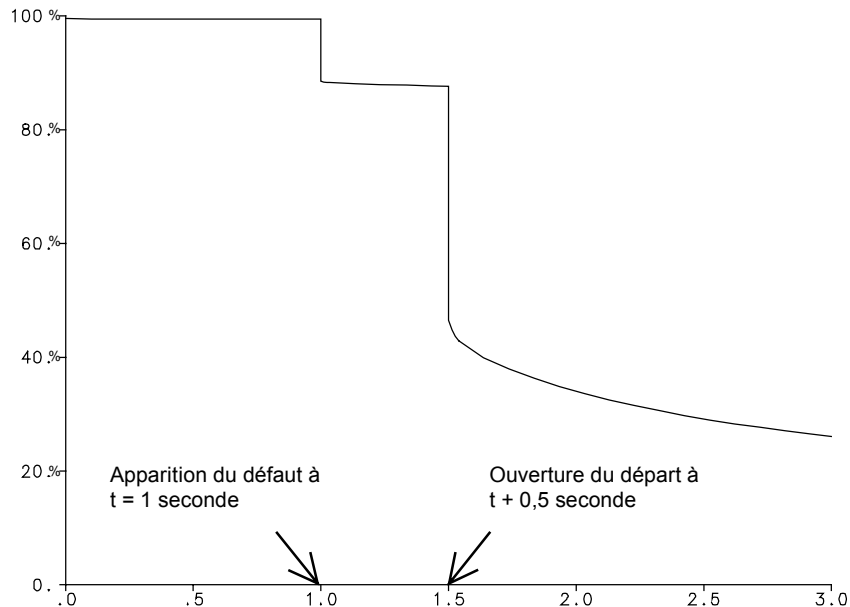
A ce moment, l'alternateur de la centrale fonctionne en régime transitoire ou permanent et compte tenu des impédances internes élevées de la centrale, les tensions composées mesurées au poste de livraison chutent instantanément sous 45 % de la tension normale.

Accessibilité <b>EXTERNE</b>  Copyright EDF 2001		Créé le : 05/12/01  D KLAJA
---	---	-----------------------------------

La courbe ci-dessous montre l'évolution temporelle des tensions composées au poste de livraison.

### Evolution de la tension au poste de livraison en cas de défaut triphasé

$U/U_n$



#### Conclusion

La protection à minimum de tensions composées assure la détection des défauts polyphasés dans les deux situations de la centrale couplée au réseau. Sa sensibilité est améliorée après l'ilotage de la centrale sur son départ:

	Départ fermé	Départ ouvert
$U/U_N$	87%	< 45 %

Le choix d'une protection à minimum de tensions composées s'impose donc pour détecter les défauts polyphasés HTA.

Mais, cette protection très sensible n'est pas sélective. Tout défaut polyphasé survenant sur un départ adjacent pourra être détecté par le relais à minimum de tensions composé et provoquer alors un découplage injustifié.

#### 2.2.4.1. Sensibilité et réglage

Cette protection est réglée pour obtenir une sensibilité maximale de détection des défauts polyphasés à un seuil égal à 85 % de la tension moyenne au poste de livraison. On admet en conséquence qu'une chute de tension d'au moins 15 % est caractéristique d'un défaut et ne peut être rencontrée sur un réseau en surcharge ou durant une manœuvre d'exploitation.

Les relais de tension réglés pour un fonctionnement instantané doivent présenter une insensibilité

Accessibilité <b>EXTERNE</b>  Copyright EDF 2001		Créé le : 05/12/01  D KLAJA
---	---	-----------------------------------

aux phénomènes transitoires affectant le réseau. Le franchissement de seuil d'une durée inférieure à ou égale 60 ms ne doit pas provoquer de sortie et tout franchissement de seuil d'une durée supérieure ou égale à 100 ms doit provoquer une sortie logique.

L'amplitude du creux de tension mesuré au point de raccordement du producteur dépend de :

- ↳ la position relative du défaut par rapport aux sources,
- ↳ la puissance de court-circuit apportée par le réseau,
- ↳ l'impédance interne et de la force électromotrice de la centrale à l'instant considéré,

#### 2.2.4.2. Influence de la temporisation

Tout défaut polyphasé affectant le réseau HTA ou HTB est susceptible de créer sur le départ du producteur, un creux de tension capable de provoquer le déclenchement non justifié des centrales de production raccordées au réseau.

Le creux de tension perçu au poste de livraison est relativement plus important sur un réseau de faible puissance de court-circuit ou pour un défaut polyphasé proche.

Pour limiter le nombre de déclenchements injustifiés, la solution retenue consiste en la temporisation de la protection à minimum de tensions composées à une valeur de  $t_1 + 0,5$  s.  $t_1$  est la temporisation la plus élevée des protections de phase des départs HTA.

#### 2.2.5. Détection des fonctionnements en réseau séparé

Le fonctionnement en réseau séparé d'une centrale couplée au réseau est provoqué par la rupture de la liaison au réseau interconnecté.

Pour les productions raccordées au réseau HTA, deux situations sont à envisager suivant le niveau de tension de la séparation :

- 1) Séparation au niveau de tension HTB provoquée par l'ouverture d'un ou plusieurs disjoncteurs du réseau HTB éventuellement dotés d'automates de reprise de service (bascules, RR ou RL) et comprenant les disjoncteurs de ligne et le disjoncteur HTB du transformateur HTB/HTA
- 2) Séparation au niveau de tension HTA provoquée par l'ouverture d'un disjoncteur ou d'un interrupteur HTA le plus souvent associés à des automates ou procédures de reprise de service et comprenant les disjoncteurs du poste source (arrivée, couplages et départ) et les organes en réseau HTA (disjoncteur en ligne et interrupteurs),

##### 2.2.5.1. Principe de la détection

L'ouverture du réseau HTB ou du disjoncteur de l'arrivée au poste source ou du départ raccordé à une centrale de production décentralisée crée une poche au sein de laquelle l'éventuel déséquilibre initial entre production et consommation perturbera la tenue de la tension et/ou de la fréquence.

Le bilan des niveaux de production de la centrale et de consommation du réseau conduit à neuf possibilités combinant les situations d'équilibre, d'excès ou de déficit des productions active et réactive.

#### Exemple :

Soit une centrale de 5 MVA ayant un temps de lancer (inertie) de 4 secondes, couplée à un départ HTA et produisant 4,2MW et 1,5 MVar avec comme lois de régulation " Puissance active = constante " et " rapport Puissance réactive/ Puissance active =  $\tan \varphi = \text{constante}$  " .

Après ouverture du disjoncteur de départ, cette centrale fonctionne en réseau séparé et on

Accessibilité <b>EXTERNE</b>  Copyright EDF 2001		Créé le : 05/12/01  D KLAJA
---	---	-----------------------------------

rencontre soit :

1) en situation d'excès de production active, avec une charge (initiale) à alimenter de 2.1 MW et 1.5 MVAR, la fréquence augmente rapidement pour atteindre en moins d'une seconde 53 Hz ceci avec une montée de tension voisine de 5%, sans régulation de fréquence - puissance, ce système est instable et conduit à une sollicitation en survitesse de l'alternateur.

2) en situation d'excès de production réactive, avec une charge (initiale) à alimenter de 4.2 MW et 0 MVAR, la tension augmente rapidement pour atteindre en 1seconde 130% , ceci avec une baisse de la fréquence voisine de 5 Hz, sans régulation de tension, ce système est instable et conduit à une sollicitation en surtension et sous vitesse de l'alternateur.

3) en situation de quasi-équilibre entre production et charge (initiale) à alimenter, la centrale peut maintenir durablement les tensions et la fréquence, mais avec des écarts non maîtrisés faute de régulation de tension et de fréquence – puissance.

### Conclusion

Les protections à minimum et maximum de tensions composées et à minimum et maximum de fréquence assurent la détection des situations de fonctionnement en réseau séparé sous réserve de l'apparition d'un déséquilibre initial entre les productions et consommations et de l'absence de régulation de fréquence - puissance et de tension, ceci est valable pour toutes les technologies de générateur.

En dehors des périodes de couplage de l'installation de production au réseau, le mode de régulation de la centrale est choisi par le producteur.

La rapidité de la détection est sensiblement proportionnelle à la valeur des écarts de surveillance des relais de fréquence et ou de tension. Leur choix doit prendre en compte les conditions d'équilibre des puissances, l'inertie des machines ainsi que la rapidité de détection souhaitée.

Pratiquement on recherchera les seuils de tension les plus serrés possibles compte tenu des conditions d'utilisation du réseau soit :

- En tension des seuils fixes à 85 % et 115 % de la tension moyenne pour permettre le fonctionnement dans la totalité de la plage des tensions contractuelle. Leur action peut être temporisée.
- En fréquence des seuils de 47 – 51 Hz ou 49.5 – 50.5 Hz (44-52 Hz pour les réseaux de Corse ou des DOM). Leur action est généralement instantanée.

Dans des conditions de variabilité des charges et (ou) des niveaux de production, une évaluation des probabilités de respect du délai de détection souhaité est nécessaire pour éclairer le choix des écarts de fréquence et la nécessité de dispositions particulières au site de production.

<p>Accessibilité <b>EXTERNE</b> Copyright EDF 2001</p>		<p>Créé le : 05/12/01  D KLAJA</p>
--	---	--



## 2.3. DISPOSITIONS COMPLÉMENTAIRES

### 2.3.1. Réduction de la durée de fonctionnement en réseau séparé

Pour réduire au minimum la durée d'un fonctionnement en réseau séparé, il faut placer un dispositif de télé-découplage de la centrale agissant dès ouverture des principaux organes de coupure entraînant la création d'une poche de réseau séparé.

### 2.3.2. Réduction des faux couplages sur réenclenchement HTA

#### 2.3.2.1. Cas des départs HTA

Lorsque le temps de détection du fonctionnement en réseau séparé peut dépasser la durée de réenclenchement du départ HTA auquel est raccordée la centrale, un relais de détection de présence de tension en ligne est nécessaire pour éviter un faux couplage au renvoi de la tension.

Ce relais est destiné à différer le réenclenchement rapide (ou lent) du départ du temps nécessaire au passage de la tension en ligne sous un niveau donnant une quasi-certitude de découplage. La mesure de la tension de ligne HTA est prélevée sur les diviseurs capacitifs du caisson départ ou sur un jeu de trois transformateurs de tension lorsque le départ en est équipé.

Le seuil de détection de présence tension généralement adopté est de 20 %, mais dans certains cas, un réglage à 60% est possible.

#### 2.3.2.2. Cas des transformateurs HTB/HTA

Lorsque le temps de détection du fonctionnement en réseau séparé peut dépasser la durée de la permutation de transformateur HTB/HTA auquel est raccordée la centrale, il est nécessaire pour éviter un faux couplage au renvoi de la tension de provoquer le déclenchement (voire le réenclenchement) des départs équipés d'un relayage de détection de présence de tension en ligne et d'actionner l'envoi d'ordre de télé-découplage aux centrales concernées.

### 2.3.3. Réduction des creux de tension de forte amplitude

En cas de temporisation du relais à minimum de tensions composées, la centrale peut perdre le synchronisme à la suite d'un creux de tension de forte amplitude et subir un faux couplage lors du retour de la pleine tension.

Si le producteur le désire, l'ajout de trois relais instantanés, à minimum de tension composée permet de compléter la protection des machines sur ce point. Le seuil de détection habituellement fixé à 25 % peut être augmenté sur indication du producteur.

### 2.3.4. Détection des défauts affectant le réseau HTB

#### 2.3.4.1. Défaut monophasé

Un défaut monophasé sur le réseau HTB ne sera pas détecté par la protection homopolaire de la protection de découplage sauf dans les très rares cas où les neutres HTB et HTA du transformateur du poste source sont reliés à la terre, directement ou par impédance.

#### 2.3.4.2. Défaut polyphasé

Un défaut polyphasé sur le réseau HTB pourra être détecté par la protection de découplage s'il est suffisamment proche pour provoquer un creux de tension suffisant pour solliciter le relais à minimum de tension composée.

<p>Accessibilité <b>EXTERNE</b></p> <p>Copyright EDF 2001</p>		<p>Créé le : 05/12/01</p> <p>D KLAJA</p>
---	---	--

### 2.3.4.3. Fonctionnement en réseau HTB séparé

La protection de découplage ne permettant pas de détecter de façon certaine les défauts affectant l'alimentation du poste source HTB, le découplage de la centrale sera effectif après détection du fonctionnement en réseau séparé.

Des dispositions complémentaires prises en concertation avec le RTE sont parfois nécessaires pour limiter à moins de 5 secondes, la durée de fonctionnement en réseau HTB séparé.

La situation des postes sources simplifiés, alimentés par une antenne HTB et comportant plus de 10 MW de production doit faire l'objet d'un examen particulier conformément au protocole RTE- DEGS.

Le protocole dans sa version du 30 mai 2000 envisage les dispositions suivantes :

- l'évolution de la structure du poste par mise en place d'un disjoncteur et des protections de ligne HTB.
- la création d'un point neutre HTB et la mise en œuvre d'une détection ampèremétrique de défaut homopolaire HTB pour limiter la durée d'alimentation séparée en cas de défaut HTB (action possible sur le découplage de la centrale, sur le disjoncteur HTB du transformateur ou sur le disjoncteur du départ HTA de raccordement)

### 2.3.4.4. Réduction des faux couplages au réenclenchement rapide HTB

Le réenclenchement rapide sur les réseaux HTB est contrôlé par la vérification d'absence de tension coté ligne soit sur les trois phases, soit sur une seule phase. Ce processus de contrôle rend peu probable le faux couplage, mais il risque d'interdire le réenclenchement rapide et lui substituer un réenclenchement lent de 5 secondes.

### 2.3.5. Résumé

L'élimination d'un défaut par l'ouverture d'un disjoncteur du réseau (départ, DRR ou autre) doit être précédée ou accompagnée du découplage des centrales de production

La protection de découplage installée à cet effet au poste de livraison détecte soit :

- le défaut en simultanéité avec les protections du poste source
- le défaut maintenu après séparation par le disjoncteur du réseau
- le fonctionnement de la centrale en réseau séparé.

Les seuils des relais de la protection de découplage doivent être choisis de sorte qu'ils permettent la détection certaine des défauts maintenus durant le fonctionnement en réseau séparé.

La marche en réseau séparé sans défaut doit également être détectée et donner lieu au découplage de la centrale.

Accessibilité <b>EXTERNE</b> Copyright EDF 2001		Créé le : 05/12/01  D KLAJA
---	---	-----------------------------------

## 2.4. DIFFÉRENTS TYPES DE PROTECTION HTA

On retiendra cinq types de protections :

Type de protection Fonction à assurer	Type 1.1	Type 1.2	Type 1.3	Type 1.4	Type 1.4 modifié	Type 1.5 pour mémoire variante du type 1.2
Détection des défauts monophasés HTA	Max de $V_0$ instantanée $10\% V_n$	Max de $V_0$ temporisée à $t_0 + 0,5$ seconde $10\% V_n$	Max de $V_0$ temporisée à $t_0 + 0,5$ seconde $10\% V_n$	Max de $V_0$ temporisée à $t_0 + 0,5$ seconde $10\% V_n$	Max de $V_0$ temporisée à $t_0 + 0,5$ seconde $10\% V_n$	Max de $V_0$ temporisée à $t_0 + 0,5$ seconde $10\% V_n$
Détection des défauts polyphasés	Mini de U instantanée $85\% U_m$	Mini de U instantanée $85\% U_m$	Mini de U temporisée à $t_1 + 0,5$ seconde $85\% U_m$	Mini de U temporisée à $t_1 + 0,5$ seconde $85\% U_m$	Mini de U temporisée à $t_1 + 0,5$ seconde $85\% U_m$	Mini de U temporisée à $t_1 + 0,5$ seconde $85\% U_m$
Marche en réseau séparé				Télé découplage	Télé découplage	
	Mini de U instantanée $85\% U_m$	Mini de U instantanée $85\% U_m$	Mini de U temporisée à $t_1 + 0,5$ seconde $85\% U_m$	Mini de U temporisée à $t_1 + 0,5$ seconde $85\% U_m$	Mini de U temporisée à $t_1 + 0,5$ seconde $85\% U_m$	Mini de U temporisée à $t_1 + 0,5$ seconde $85\% U_m$
	Max de U instantanée $115\% U_m$	Max de U instantanée $115\% U_m$	Max de U instantanée $115\% U_m$	Max de U temporisée à $0,2s$ $115\% U_m$	Max de U temporisée à $0,2s$ $115\% U_m$	Max de U temporisée à $0,2s$ $115\% U_m$
	Mini de f instantanée $47,5$ Hz	Mini de f instantanée $47,5$ Hz	Mini de f instantanée $49,5$ Hz	Mini de f temporisée à $t_1 + 0,5$ seconde $47,5$ Hz	Mini de f instantanée $49,5$ Hz	Mini de f temporisée à $t_1 + 0,5$ seconde $47,5$ Hz
	Maxi de f instantanée $51$ Hz	Maxi de f instantanée $51$ Hz	Maxi de f instantanée $50,5$ Hz	Maxi de f temporisée à $t_1 + 0,5$ seconde $51$ Hz	Maxi de f instantanée $50,5$ Hz	Maxi de f temporisée à $t_1 + 0,5$ seconde $51$ Hz
Protection contre les creux de tension de forte amplitude (perte de synchronisation)			Mini de U instantanée $25\% U_m$ (dont 2 sur demande du producteur)	Mini de U instantanée $25\% U_m$ (sur demande du producteur)	Mini de U instantanée $25\% U_m$ (sur demande du producteur)	Mini de U instantanée $25\% U_m$ (sur demande du producteur)

Accessibilité <b>EXTERNE</b> Copyright EDF 2001		Créé le : 05/12/01 D KLAJA
---	---	-------------------------------

### 2.4.1. La protection de découplage type 1-1

Cette protection dont l'action est instantanée n'est pas sélective.

Les défauts monophasés qui sont les plus fréquents, seront détectés par le relais à maximum de tension homopolaire et provoqueront le déclenchement (éventuellement indésirable) de la centrale.

Cette protection est la plus simple et convient pour toute centrale dont l'effacement de puissance provoque des variations de tension inférieure à 1 % et dont le fonctionnement admet de nombreux découplages.

#### 2.4.1.1. Constitution et réglage

Protection de découplage Type 1.1	Relais	Mesure	Réglage	Action
<i>Détection des défauts monophasés</i>	Max de $V_0$	$V_0$	$10\% V_n$	instantanée
<i>Détection des défauts polyphasés</i>	Mini de U	3 tensions composées	$85\% U_m$	instantanée
<i>Marche en réseau séparé</i>	Mini de U	3 tensions composées	$85\% U_m$	instantanée
	Max de U	1 tension composée	$115\% U_m$	instantanée
	Mini de f	1 tension composée	47,5 Hz	instantanée
	Maxi de f	1 tension composée	51 Hz	instantanée

#### 2.4.1.2. Avantages

La protection type 1.1 ne nécessite pas la mise en œuvre d'un dispositif additionnel pour la mise en Régime Spécial d'Essai (R.S.E), puisqu'elle est à action instantanée.

L'alimentation des relais et de la commande du disjoncteur de découplage peut être à courant alternatif et dépendante du réseau, puisque toute disparition de la tension HTA doit entraîner un découplage instantané.

Accessibilité <b>EXTERNE</b>  Copyright EDF 2001		Créé le : 05/12/01  D KLAJA
---	---	-----------------------------------

### 2.4.1.3. Inconvénients

- Découplages injustifiés

L'action instantanée des relais de protection provoque un grand nombre de découplages injustifiés :

- ↳ Un défaut monophasé, de faible résistance, affectant un réseau HTA dont le neutre est faiblement impédant ( $40 \Omega$  à  $80 \Omega$ ) est susceptible de solliciter la protection de découplage quel que soit l'endroit du défaut. Chaque fonctionnement du disjoncteur shunt provoque le découplage des centrales équipées d'une protection de type 1.1 du même réseau.
- ↳ Un défaut polyphasé affectant un départ HTA adjacent crée un creux de tension susceptible de faire fonctionner la protection à minimum de tension composée.

- Faux couplages

Les risques de faux couplage lors du réenclenchement rapide, sont faibles du fait du fonctionnement instantané de la protection type 1.1.

L'installation d'un relayage de présence de tension ligne pour différer le réenclenchement ne s'impose pas.

L'utilisation du réenclenchement rapide doit néanmoins être précisée au Producteur ou au Client pour être prise en compte dans la conception de la centrale.

Pour minimiser le risque de dommages aux machines, le concepteur de la centrale peut demander l'installation d'un relayage de présence de tension sur le départ au poste source. Ce relayage est normalement réglé à 20 % de la tension moyenne. Dans le cas d'un départ HTA alimentant une puissance motrice présentant une inertie importante, ce seuil de détection de la tension en retour doit être porté à 60 % de la tension moyenne, car ce niveau de réglage assure alors une quasi-certitude de découplage de la source autonome équipée de protection type 1.1.

Accessibilité <b>EXTERNE</b> Copyright EDF 2001		Créé le : 05/12/01  D KLAJA
---	---	-----------------------------------

## 2.4.2. La protection de découplage type 1-2

La protection de découplage type 1.2. comporte les mêmes relais de mesure que la protection type 1.1, la différence consistant dans la temporisation de l'action du relais de tension homopolaire.

### 2.4.2.1. Constitution et réglage

Protection de découplage Type 1.2	Relais	Mesure	Réglage	Action
<i>Détection des défauts monophasés</i>	Max de $U_0$	$V_0$	$10\% V_n$	temporisée $t_0 + 0,5$ s
<i>Détection des défauts polyphasés</i>	Mini de U	3 tensions composées	$85\% U_m$	instantanée
<i>Marche en réseau séparé</i>	Mini de U instantanée	3 tensions composées	$85\% U_m$	instantanée
	Max de U	1 tension composée	$115\% U_m$	instantanée
	Mini de f	1 tension composée	47,5 Hz	instantanée
	Maxi de f	1 tension composée	51 Hz	instantanée
<i>Faux couplage sur réenclenchement HTA</i>	Présence tension sur départ HTA	3 tensions simples issues des diviseurs capacitifs	$0,2 V_m$ ou $0,6 V_m$	instantanée

La temporisation du relais de tension homopolaire devra être réglée à une valeur  $t_0 + 0,5$  s avec :

- En réseau à neutre impédant ou à neutre compensé sans usage du réenclenchement rapide,  $t_0$  valeur de la temporisation maximale des protections homopolaire de départ HTA du poste source soit environ 1 ou 1.9 seconde suivant le poste source.
- En réseau à neutre compensé avec usage du réenclenchement rapide,  $t_0$  deux fois la valeur de la temporisation la plus élevée des protections wattmétriques homopolaire + 0,65 seconde (temps maximal de retombée de la tension homopolaire au poste source) soit environ 3.2 à 3.6 secondes suivant le poste source.

Le fonctionnement est le même que celui de la protection type 1.1. lors d'un défaut polyphasé ou d'une marche en réseau séparé sans défaut.

En cas de défaut monophasé sur le départ, après ouverture du disjoncteur c'est normalement le

Accessibilité <b>EXTERNE</b> Copyright EDF 2001		Créé le : 05/12/01 D KLAJA
---	---	-------------------------------

déséquilibre actif et/ou réactif entre les puissances produites et consommées qui entraîne le découplage par la détection de la marche en réseau séparé. Le découplage n'intervient au terme de la temporisation du relais de tension homopolaire qu'en cas d'équilibre entre production et consommation.

Dans le cas d'un départ HTA sur lequel sont effectués des réenclenchements rapides, un relayage de présence tension devra être installé pour différer la fermeture du disjoncteur de départ jusqu'à passage de la tension sous 20%  $V_m$ .

#### 2.4.2.2. Avantages

- Simplicité

La simplicité de cette protection est pratiquement identique à celle de la protection type 1.1.

L'alimentation auxiliaire des relais de protection et du circuit de commande du disjoncteur de découplage peut être à courant alternatif et dépendante du réseau.

En effet, le relais temporisé associé au relais à maximum de tension homopolaire reste alimenté normalement par les tensions BT d'un transformateur HTA/BT lors d'un défaut monophasé affectant le réseau HTA.

- Diminution du nombre de découplages injustifiés

Par rapport à la protection type 1.1, la diminution du nombre de découplages injustifiés est de l'ordre de 60 %, due à la sélectivité assurée par la temporisation du relais de tension homopolaire.

Il ne subsiste que les découplages injustifiés lors de défauts polyphasés sur les autres départs provoquant un creux de tension supérieur à 15 % au point de raccordement de la centrale.

#### 2.4.2.3. Inconvénients

- Nécessité d'un dispositif de mise en Régime Spécial d'Exploitation (R.S.E)

Le relais de tension homopolaire étant temporisé, un dispositif de mise en R.S.E est nécessaire, pour supprimer cette temporisation lors des travaux sous tension sur le départ HTA raccordé à la centrale.

- Protection contre les faux couplages

Si le départ est avec réenclenchement rapide, il est nécessaire d'installer au disjoncteur HTA du départ un relais présence tension. Ce dernier sera réglé à 20 % ou 60 % de  $V_m$  selon les caractéristiques des charges du départ.

En cas de réenclenchement rapide en HTB, les réglages du relais de fréquence ne permettent pas d'assurer à coup sûr le déclenchement de la centrale dans le creux du rapide. Il est alors souhaitable d'utiliser une protection type 1-3.

Accessibilité <b>EXTERNE</b> Copyright EDF 2001		Créé le : 05/12/01  D KLAJA
---	---	-----------------------------------

### 2.4.3. La protection de découplage type 1-3

Cette protection sera envisagée pour tout projet de production décentralisée. Elle est en effet sélective et dispose d'une protection à mini - maxi de fréquence instantanée à seuils resserrés qui doit normalement protéger le réseau de toute marche en réseau séparé.

#### 2.4.3.1. Constitution et réglages

Protection de découplage Type 1.3	Relais	Mesure	Réglage	Action
<i>Détection des défauts monophasés</i>	Max de $V_0$	$V_0$	$10\% V_n$	temporisée $t_0 + 0,5$ s
<i>Détection des défauts polyphasés</i>	Mini de U	3 tensions composées	$85\% U_m$	temporisée $t_1 + 0,5$ s
<i>Creux de tension de forte amplitude (désynchronisation)</i>	Mini de U	2 tensions composées	$25\% U_m$	instantanée
<i>Marche en réseau séparé</i>	Mini de U	3 tensions composées	$85\% U_m$	temporisée $t_1 + 0,5$ s
	Max de U	1 tension composée	$115\% U_m$	instantanée
	Mini de f	1 tension composée	49,5 Hz	instantanée
	Maxi de f	1 tension composée	50,5 Hz	Instantanée
	Mini de U	1 tension composée	$25\% U_m$	instantanée
<i>Faux couplage sur réenclenchement HTA</i>	Présence tension sur départ HTA	3 tensions simples issues des diviseurs capacitifs	$0,2 V_m$	instantanée

Nota : Deux des trois relais Mini de U 25% sont mis en place sur demande du Producteur, le relais raccordé entre les mêmes phases que le relais de fréquence assure le découplage en dessous du domaine de fonctionnement en tension de ce dernier.

La sélectivité avec le plan de protection HTA est assurée par la temporisation des relais à maximum de tension homopolaire et minimum de tension composée.

Le découplage est assuré, après ouverture du disjoncteur du départ HTA, par la détection instantanée de la marche en réseau séparé, décelable par une variation de la fréquence.

Pour assurer une détection rapide, les seuils du relais de fréquence sont resserrés à 49,5 Hz et 50,5 Hz. Le relais doit avoir un temps de réponse maximal de 175 ms et avoir une insensibilité aux régimes transitoires et à la baisse de tension jusqu'à une tension supérieure de 20 % de  $U_m$ .

Un relais mini tension instantané 25% est nécessaire pour assurer le découplage en cas de

Accessibilité <b>EXTERNE</b>  Copyright EDF 2001		Créé le : 05/12/01  D KLAJA
---	---	-----------------------------------



baisse importante de la tension de mesure de la fréquence.

#### 2.4.3.2. Avantages

- Suppression presque totale des découplages injustifiés.
- Coût de mise en œuvre modéré par rapport à la protection type 1.4.

#### 2.4.3.3. Inconvénients

- Le réglage à 49,5 Hz provoquera le déclenchement instantané de la centrale en cas de baisse de fréquence généralisé consécutif à un déficit de production.
- La protection nécessite :
  - ↳ une alimentation auxiliaire à courant continu.
  - ↳ un dispositif de mise en Régime Spécial d'Exploitation (R.S.E).
- Le choix d'une protection type 1-3 rend nécessaire l'installation au poste source d'un relayage de présence de tension. Ce relayage doit être réglé à 20 % de  $V_m$ .
- Le réglage à 60 % n'est pas compatible avec la temporisation du relais à minimum de tension réglé à 85 %  $U_m$ .

#### 2.4.3.4. Utilisation et restrictions d'emploi

La présence d'une détection de fréquence à seuils resserrés (49,5 Hz et 50,5 Hz) permet l'utilisation de la protection 1.3 sur les réseaux HTA soumis à des réenclenchements rapides effectués sur l'alimentation HTB du poste source.

L'utilisation d'un relayage de présence de tension réglé à 20 % de  $V_m$  sur un départ alimentant principalement des machines tournantes a pour inconvénient de différer les réenclenchements rapides. La protection type 1.3 ne peut donc être retenue et on lui préférera la protection type 1-4 modifié.

Accessibilité <b>EXTERNE</b> Copyright EDF 2001		Créé le : 05/12/01  D KLAJA
---	---	-----------------------------------

### 2.4.4. La protection de découplage type 1-4

C'est, avec la protection de type 1.4 modifié, la protection la plus performante. Elle sera retenue pour les centrales de production nécessitant un niveau élevé de fiabilité et de rapidité de découplage. C'est le cas notamment des centrales de puissance supérieure à 1 MW et non marginales.

La protection de découplage type 1.4 comporte une " protection de base " de télé découplage et une " protection complémentaire " à relais de tension.

#### 2.4.4.1. Constitution et réglages

<b>Protection de découplage</b>				
<b>Type 1.4</b>				
<b>Protection de base</b>	Télé découplage instantané			
<b>Protection complémentaire</b>	<i>Relais</i>	<i>Mesure</i>	<i>Réglage</i>	<i>Action</i>
<i>Détection des défauts monophasés</i>	Max de $V_0$	$V_0$	10 % $V_n$	temporisée $t_0 + 0,5$ s
<i>Détection des défauts polyphasés</i>	Mini de U	3 tensions composées	85% $U_m$	temporisée $t_1 + 0,5$ s
<i>Creux de tension de forte amplitude (désynchronisation)</i>	Mini de U	3 tensions composées	25 % $U_m$	instantanée
<i>Marche en réseau séparé</i>	Mini de U	3 tensions composées	85 % $U_m$	temporisée $t_1 + 0,5$ s
	Max de U	1 tension composée	115 % $U_m$	temporisée 0,2 s
	Mini de f	1 tension composée	47,5 Hz	temporisée $t_1 + 0,5$ s
	Maxi de f	1 tension composée	51 Hz	temporisée $t_1 + 0,5$ s

Nota : Les relais Mini de U 25% sont mis en place sur demande du Producteur.

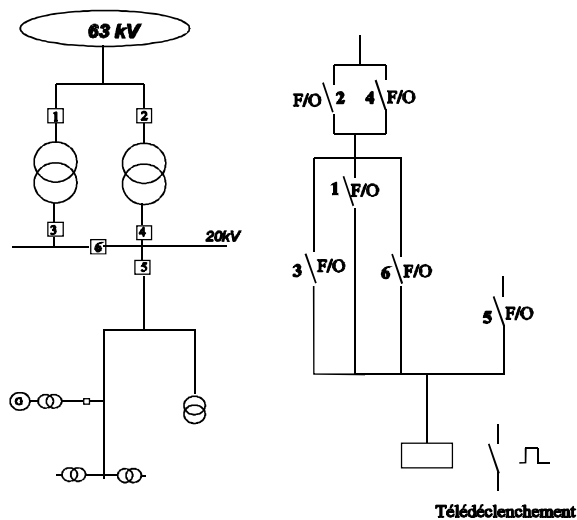
#### 2.4.4.2. Réalisation du télé découplage

Il est constitué de façon à ce que toute ouverture d'un disjoncteur alimentant le départ du Producteur entraîne l'ouverture de l'appareil de découplage avec comme seul retard les temps de réponse de la transmission d'ordre et de l'appareil de découplage. (temps total inférieur à 0,15 seconde)

L'ordre de télé découplage est élaboré par utilisation des positions des disjoncteurs du poste source tel que précisé ci-après.

Accessibilité <b>EXTERNE</b> Copyright EDF 2001		Créé le : 05/12/01  D KLAJA
---	---	-----------------------------------

### Principe de l'asservissement aux disjoncteurs du poste source



La formation de l'ordre télé découplage doit être assurée même en cas de consignation d'un des organes. L'utilisation des ordres sortis par les protections de départ, de transformateur et de masse tableau est à éviter, sa réalisation étant plus compliquée et présentant une moindre fiabilité.

Le télé découplage est assuré en utilisant un circuit spécialisé de télécommunication ou une liaison en câble pilote comportant à chaque extrémité une protection contre les surtensions 50 Hz et un équipement de transmission d'ordre assurant également la surveillance du circuit.

Dans le cas où plusieurs centrales seraient raccordées à un même départ, il est possible de réaliser une liaison en multipoint unidirectionnelle à partir d'un seul équipement au poste source.

La défaillance de la liaison d'asservissement ou sa mise hors service pour des raisons d'exploitation doit donner lieu à émission d'une alarme et provoquer automatiquement la suppression de la temporisation de la protection complémentaire. Dans cette situation dégradée, le découplage de la centrale est assuré, par la protection de secours du type 1.1.

#### 2.4.4.3. Avantages

Par rapport à la protection type 1.3, le type 1.4 présente les avantages suivants :

- absence de contrainte lors des travaux sous tension car absence de commutateur de mise en R.S.E,
  - absence de découplage inopportun lors d'une baisse générale de la fréquence,
  - découplage rapide sans attente de variation de la fréquence ou de la tension.
- La rapidité de découplage présente également de l'intérêt pour le Producteur Client car la reprise des charges de son installation par la centrale de production s'effectue alors que la fréquence a encore peu varié.
- découplage assuré en l'absence de variation de la fréquence ou de la tension,

<p>Accessibilité <b>EXTERNE</b></p> <p>Copyright EDF 2001</p>		<p>Créé le : 05/12/01</p> <p>D KLAJA</p>
---	---	--

- suppression presque totale des découplages injustifiés.

#### 2.4.4.4. Inconvénients

La protection nécessite :

- une alimentation auxiliaire à courant continu.

Cette protection performante présente un coût d'établissement et d'exploitation plus important car elle nécessite une adaptation du contrôle commande au poste source et l'utilisation d'une liaison permanente de transmission entre le poste source et le site.

#### 2.4.4.5. Utilisation et restriction d'emploi

Dans le cas d'utilisation du réenclenchement rapide HTB, le recours à la protection type 1-4 modifié s'impose.

La présence d'un DRR en amont du raccordement de la centrale interdit l'utilisation de cette protection.

Accessibilité <b>EXTERNE</b> Copyright EDF 2001		Créé le : 05/12/01  D KLAJA
---	---	-----------------------------------

### 2.4.5. La protection de découplage type 1-4 modifié

C'est, avec la protection de type 1.4, la protection la plus performante. Elle sera retenue pour les centrales de production de puissance supérieure à 1 MW et non marginales raccordées à un réseau HTA issu d'un réseau HTB équipé de réenclencheurs rapides

La protection de découplage type 1.4 modifié comporte une "protection de base" de télé découplage et une "protection complémentaire" à relais de tension. La différence avec la protection 1.4 réside dans les deux relais de fréquence dont les seuils ont été resserrés et l'action rendue instantanée.

#### 2.4.5.1. Constitution et réglages

<b>Protection de découplage</b>				
<b>Type 1.4 modifié</b>				
<b>Protection de base</b>	Télé découplage			
<b>Protection complémentaire</b>	<i>Relais</i>	<i>Mesure</i>	<i>Réglage</i>	<i>Action</i>
<i>Détection des défauts monophasés</i>	Max de $V_0$	$V_0$	10% $V_n$	temporisée $t_0 + 0,5$ s
<i>Détection des défauts polyphasés</i>	Mini de U	3 tensions composées	85 % $U_m$	temporisée $t_1 + 0,5$ s
<i>Creux de tension de forte amplitude (désynchronisation)</i>	Mini de U	3 tensions composées	25 % $U_m$	instantanée
<i>Marche en réseau séparé</i>	Mini de U	3 tensions composées	85 % $U_m$	temporisée $t_1 + 0,5$ s
	Max de U	1 tension composée	115 % $U_m$	temporisée 0,2 s
	Mini de f	1 tension composée	49,5 Hz	instantanée
	Maxi de f	1 tension composée	50,5 Hz	instantanée

Nota : Deux des trois relais Mini de U 25% sont mis en place sur demande du Producteur, le relais raccordé entre les mêmes phases que le relais de fréquence assure le découplage en dessous du domaine de fonctionnement en tension de ce dernier.

#### 2.4.5.2. Avantages

- Son intérêt réside dans l'utilisation du critère fréquencemétrique pour la détection de la marche en réseau séparé HTB.
- Absence de contrainte lors des travaux sous tension car absence de commutateur de mise en R.S.E
- Découplage rapide sans attente de variation de la fréquence ou de la tension.

Accessibilité <b>EXTERNE</b> Copyright EDF 2001		Créé le : 05/12/01  D KLAJA
---	---	-----------------------------------

- Découplage fiable en l'absence de variation de la fréquence ou de la tension.
- Suppression presque totale des découplages injustifiés

#### 2.4.5.3. Inconvénients

- Découplage inopportun lors d'une baisse générale de la fréquence.
- La protection nécessite :
  - ↳ une alimentation auxiliaire à courant continu,
  - ↳ des transformateurs de tension de classe protection afin de fiabiliser la mesure par le relais de fréquence et de tension pour des valeurs très faibles de tension,

Cette protection performante est coûteuse et nécessite une adaptation du contrôle commande au poste source.

#### 2.4.5.4. Utilisation et restrictions d'emploi

Elle sera utilisée en place d'une protection de type 1.4 lorsque l'alimentation HTB sera soumise à des réenclenchements rapides.

L'existence d'un DRR en amont du raccordement de la centrale interdit l'utilisation de cette protection.

Accessibilité <b>EXTERNE</b> Copyright EDF 2001		Créé le : 05/12/01  D KLAJA
---	---	-----------------------------------

### 2.4.6. La protection de découplage type 1-5

La protection de découplage type 1.5. comporte les mêmes relais de mesure que la protection type 1.2, la différence consistant dans la temporisation de l'action du relais à mini de tensions composées et du relais de fréquence.

#### 2.4.6.1. Constitution et réglage

Protection de découplage Type 1.5	Relais	Mesure	Réglage	Action
<i>Détection des défauts monophasés</i>	Max de $U_0$	$V_0$	$10\% V_n$	temporisée $t_0 + 0,5$ s
<i>Détection des défauts polyphasés</i>	Mini de U	3 tensions composées	$85\% U_m$	temporisée $t_1 + 0,5$ s
<i>Marche en réseau séparé</i>	Mini de U	3 tensions composées	$85\% U_m$	temporisée $t_1 + 0,5$ s
	Max de U	1 tension composée	$115\% U_m$	instantanée
	Mini de f	1 tension composée	47,5 Hz	temporisée 0,5 s
	Maxi de f	1 tension composée	51 Hz	temporisée 0,5 s
<i>Creux de tension de forte amplitude (désynchronisation)</i>	Mini de U	3 tensions composées	$25\% U_m$	instantanée
<i>Faux couplage sur réenclenchement HTA</i>	Présence tension sur départ HTA	3 tensions simples issues des diviseurs capacitifs	$0,2 V_n$ ou $0,6 V_n$	instantanée

Nota : Deux des trois relais Mini de U 25% sont mis en place sur demande du Producteur, le relais raccordé entre les mêmes phases que le relais de fréquence assure le découplage en dessous du domaine de fonctionnement en tension de ce dernier.

La temporisation du relais mini de U 85% est réglée à une valeur  $t_1 + 0,5$  s avec  $t_1$  égal à la plus forte temporisation des protections de phase des départs HTA du poste.

Cette variante de la protection type 1.2 est adaptée aux départs sans réenclenchement dans les cas rares où la rapidité de découplage n'est pas essentielle.

En cas de défaut monophasé sur le départ, après ouverture du disjoncteur c'est normalement le déséquilibre actif et/ou réactif entre les puissances produites et consommées qui entraîne le découplage par la détection de la marche en réseau séparé. Le découplage n'intervient au terme de la temporisation du relais de tension homopolaire qu'en cas d'équilibre entre production et

Accessibilité <b>EXTERNE</b>  Copyright EDF 2001		Créé le : 05/12/01  D KLAJA
---	---	-----------------------------------

consommation.

Dans le cas d'un départ HTA sur lequel sont effectués des réenclenchements lents, un relayage de présence tension pourra être installé à la demande du producteur pour différer la fermeture du disjoncteur de départ jusqu'à passage de la tension sous le seuil de 20%  $U_m$ .

#### 2.4.6.2. Avantages

- Diminution du nombre de découplages injustifiés

Par rapport à la protection type 1.2, les temporisations proposées empêchent les découplages injustifiés lors de défauts éliminés par les protections des autres départs ainsi que lors de défauts polyphasés sur le réseau HTB.

#### 2.4.6.3. Inconvénients

- Nécessité d'une source auxiliaire à courant continu

La temporisation des relais de détection des défauts polyphasés nécessite une alimentation auxiliaire indépendante du réseau du type ensemble batterie +chargeur.

- Nécessité d'un dispositif de mise en Régime Spécial d'Exploitation (R.S.E)

Le relais de tension homopolaire, le relais de fréquence et les relais à minimum de tension étant temporisés, un dispositif de mise en R.S.E est nécessaire, pour supprimer ces temporisations lors des travaux sous tension sur le départ HTA raccordé à la centrale.

En cas de réenclenchement rapide en HTB, les réglages du relais de fréquence ne permettent pas d'assurer à coup sûr le déclenchement de la centrale dans le creux du rapide. Il est alors souhaitable d'utiliser une protection type 1-3.

Accessibilité <b>EXTERNE</b> Copyright EDF 2001		Créé le : 05/12/01  D KLAJA
---	---	-----------------------------------



## 2.5. DIFFÉRENTS TYPES DE PROTECTION BT

On retient trois types de protections utilisables pour certaines installations raccordées au réseau public HTA et pour celles raccordées au réseau public BT :

Protections de découplage BT	Type 2.1	Type 2.2	Sectionneur automatique <i>DIN VDE 0126</i>
<i>Détection des défauts monophasés HTA</i>	Non réalisée	Non réalisée	Non réalisée
<i>Séparation du réseau amont</i>			Max impédance raccordement amont $Z_{\text{rac}} < 1,25$ puis $1,75\Omega$ $\Delta Z_{\text{rac}} < +0.5 \Omega$ Temporisée 5 secondes
<i>Détection des défauts polyphasés</i>	Mini de V instantanée $85\% V_m$	Mini de V instantanée $85\% V_m$	Mini de V instantanée $85\% V_n$
<i>Marche en réseau séparé</i>	Mini de V instantanée $85\% V_m$	Mini de V instantanée $85\% V_m$	Mini de V instantanée $85\% V_n$
	Max de V instantanée $110\% V_m$	Max de V instantanée $110\% V_m$	Max de V instantanée $110\% V_n$
	Mini de f instantanée 49,5 Hz	Mini de f instantanée 49,5 Hz	Mini de f instantanée 49.8 Hz
	Maxi de f instantanée 50,5 Hz	Maxi de f instantanée 50,5 Hz	Maxi de f instantanée 50,2 Hz

Accessibilité <b>EXTERNE</b> Copyright EDF 2001		Créé le : 05/12/01 D KLAJA
---	---	-------------------------------

### 2.5.1. La protection de découplage type 2-1

Cette protection de découplage dont l'action est instantanée doit pouvoir déceler les différents types de défaut survenant sur le réseau BT et sur le réseau HTA dont est issu le réseau à basse tension.

Faute d'accès à la tension homopolaire HTA et de signification de la tension homopolaire BT, elle ne comporte que des relais de surveillance de la fréquence et de la tension BT au point de raccordement du producteur. Ceci suppose que la variation de ces grandeurs qui résulte du passage en réseau séparé soit suffisamment rapide et importante pour se traduire par un découplage quasi instantané.

#### 2.5.1.1. Constitution et réglage

Protection de découplage Type 2.1	Relais	Mesure	Réglage	Action
<i>Détection des défauts polyphasés</i>	Mini de V	3 tensions simples	85 % V <sub>m</sub>	instantanée
<i>Marche en réseau séparé</i>	Mini de V	3 tensions simples	85 % V <sub>m</sub>	instantanée
	Max de V	1 tension simple	110 % V <sub>m</sub>	instantanée
	Mini de f	1 tension simple	49,5 Hz	instantanée
	Maxi de f	1 tension simple	50,5 Hz	instantanée

#### 2.5.1.2. Restrictions d'emploi

Les protections de type 2.1 sont réservées aux installations comportant moins de 250 kVA de générateurs électriques et ne disposant pas de transformateurs de mesure de la tension HTA. Pour garantir un découplage rapide, la condition suivante sur les puissances des sources équipée de protection de type 2 raccordées sur le départ HTA doit être respectée :

$$P_{\min \text{ départ}} \geq 2 \sum P_{G \text{ type2}}$$

avec :

$P_{\min \text{ départ}}$  Puissance minimale appelée par le départ y compris celle de l'installation du client

$\sum P_{G \text{ type2}}$  Somme des puissances maximales pouvant être fournies par les installations de production couplées sur le départ dotées de protection de type 2.

Compte tenu de l'incertitude liée à l'établissement du bilan des puissances, les installations dont la

Accessibilité <b>EXTERNE</b> Copyright EDF 2001		Créé le : 05/12/01 D KLAJA
---	---	-------------------------------

puissance sera inférieure à 100 kVA pourront être équipées d'une protection de type 2.2.

#### 2.5.1.3. Avantages

La protection type 2.1 ne nécessite pas la mise en œuvre d'un dispositif additionnel pour la mise en Régime Spécial d'Essai (R.S.E), puisqu'elle est à action instantanée.

L'alimentation des relais et de la commande du disjoncteur de découplage peut être à courant alternatif et dépendante du réseau, puisque toute disparition de la tension BT doit entraîner un découplage instantané.

#### 2.5.1.4. Inconvénients

L'action instantanée des relais de protection peut occasionner certains découplages injustifiés, par exemple lors du creux de tension accompagnant un défaut polyphasé affectant un départ HTA adjacent.

Des faux couplages lors du réenclenchement rapide, sont possibles du fait de l'absence de détection homopolaire HTA. Cependant l'installation d'un relayage de présence de tension ligne pour différer le réenclenchement ne s'impose pas, mais la possibilité de réenclenchement rapide doit être précisée au Producteur pour prise en compte dans la conception de la centrale

Accessibilité <b>EXTERNE</b> Copyright EDF 2001		Créé le : 05/12/01  D KLAJA
---	---	-----------------------------------

## 2.5.2. La protection de découplage type 2-2

Cette protection de découplage est une version simplifiée de la protection 2.1 pour les sites de très faible puissance.

Elle ne comporte que des relais de surveillance de la tension BT au point de raccordement du producteur.

### 2.5.2.1. Constitution et réglage

<b>Protection de découplage Type 2.2</b>	<i>Relais</i>	<i>Mesure</i>	<i>Réglage</i>	<i>Action</i>
<i>Détection des défauts polyphasés</i>	Mini de V	3 tensions simples	85 % $V_m$	instantanée
<i>Marche en réseau séparé</i>	Mini de V	3 tensions simples	85 % $V_m$	instantanée
	Max de V	1 tension simple	110 % $V_m$	Instantanée

### 2.5.2.2. Avantages

La protection type 2.1 ne nécessite pas la mise en œuvre d'un dispositif additionnel pour la mise en Régime Spécial d'Essai (R.S.E), puisqu'elle est à action instantanée.

L'alimentation des relais et de la commande du disjoncteur de découplage peut être à courant alternatif et dépendante du réseau, puisque toute disparition de la tension BT doit entraîner un découplage instantané.

### 2.5.2.3. Inconvénients

L'action instantanée des relais de protection peut occasionner certains découplages injustifiés, par exemple lors du creux de tension accompagnant un défaut polyphasé affectant un départ HTA adjacent.

Les risques de faux couplage lors du réenclenchement rapide, sont accrus par l'absence de surveillance de la fréquence.

Accessibilité <b>EXTERNE</b> Copyright EDF 2001		Créé le : 05/12/01  D KLAJA
---	---	-----------------------------------

### 2.5.3. Le sectionneur automatique selon DIN VDE 0126

Cette protection de découplage est incorporée à un sectionneur automatique ou à un onduleur de puissance inférieure ou égale à 4.6 kW ou 5 kW<sub>crête</sub> dans le cas d'une installation photovoltaïque. Elle doit pouvoir déceler les différents types de défaut survenant sur le réseau d'alimentation BT et sur le réseau HTA dont est issu le réseau à basse tension.

#### 2.5.3.1. Constitution et réglage

Type DIN VDE 0126	Relais	Mesure	Réglage	Action
<i>Séparation du réseau amont</i>	Max de Z Max de $\Delta Z$	impédance raccordement amont	1,25 $\Omega$ au couplage puis 1.75 $\Omega$  + 0.5 $\Omega$	Temporisée  5 secondes
<i>Détection des défauts polyphasés</i>	Mini de V	tension simple	85 % $V_n$	instantanée
<i>Marche en réseau séparé</i>	Mini de V	tension simple	85 % $V_n$	instantanée
	Max de V	tension simple	110 % $V_n$	instantanée
	Mini de f	tension simple	49,8 Hz	instantanée
	Maxi de f	tension simple	50,2 Hz	instantanée

#### 2.5.3.2. Avantages

Cette protection incorporée à l'équipement est mise en service sans intervention du distributeur, mais nécessite une homologation qui doit être attestée par le fabricant. La présence de la fonction surveillance de l'impédance amont permet son raccordement sur l'installation intérieure sans disposition complémentaire de surveillance de la liaison au réseau amont.

Cette protection est réglée, testée en usine par le fabricant et n'est pas modifiable sur site.

Elle assure en outre le contrôle de l'isolement de la partie à courant continu avant couplage au réseau, la protection contre les contacts indirects de la partie à courant continu du générateur (différentiel haute sensibilité en courant continu et alternatif) ainsi que la fonction détection de l'injection vers le réseau de distribution de courant continu (seuil 1A).

Accessibilité <b>EXTERNE</b>  Copyright EDF 2001		Créé le : 05/12/01  D KLAJA
---	---	-----------------------------------

### 2.5.3.3. Inconvénients

L'action instantanée des relais de protection peut occasionner certains découplages injustifiés, par exemple lors du creux de tension accompagnant un défaut polyphasé affectant un départ HTA adjacent.

Les découplages ou refus de couplage sont possibles sur les réseaux BT long conduisant à une impédance totale de raccordement (réseau + installation intérieure)  $> 1,25 \Omega$ . Le découplage peut aussi être consécutif à un défaut interne au générateur. Les causes des déclenchements sont signalées en face avant du sectionneur.

## 2.6. CRITÈRES DE CHOIX

Le choix d'une protection de découplage incombe au Producteur. Celui-ci doit prendre en compte outre la recherche de performance économique de son projet de production, sa compatibilité avec les impératifs techniques de fonctionnement de son raccordement et de la desserte des autres utilisateurs du réseau.

Chaque projet de production implique donc une concertation, qui débute par la remise du projet du Producteur et la réponse du Distributeur qui donne son accord ou signifie les impératifs techniques non pris en compte.

Les impératifs techniques du distributeur visent au maintien de :

- la performance du plan de protection coordonné,
- la contribution de l'installation de production au fonctionnement du système électrique et à son économie
- du niveau de qualité de desserte des utilisateurs du réseau.

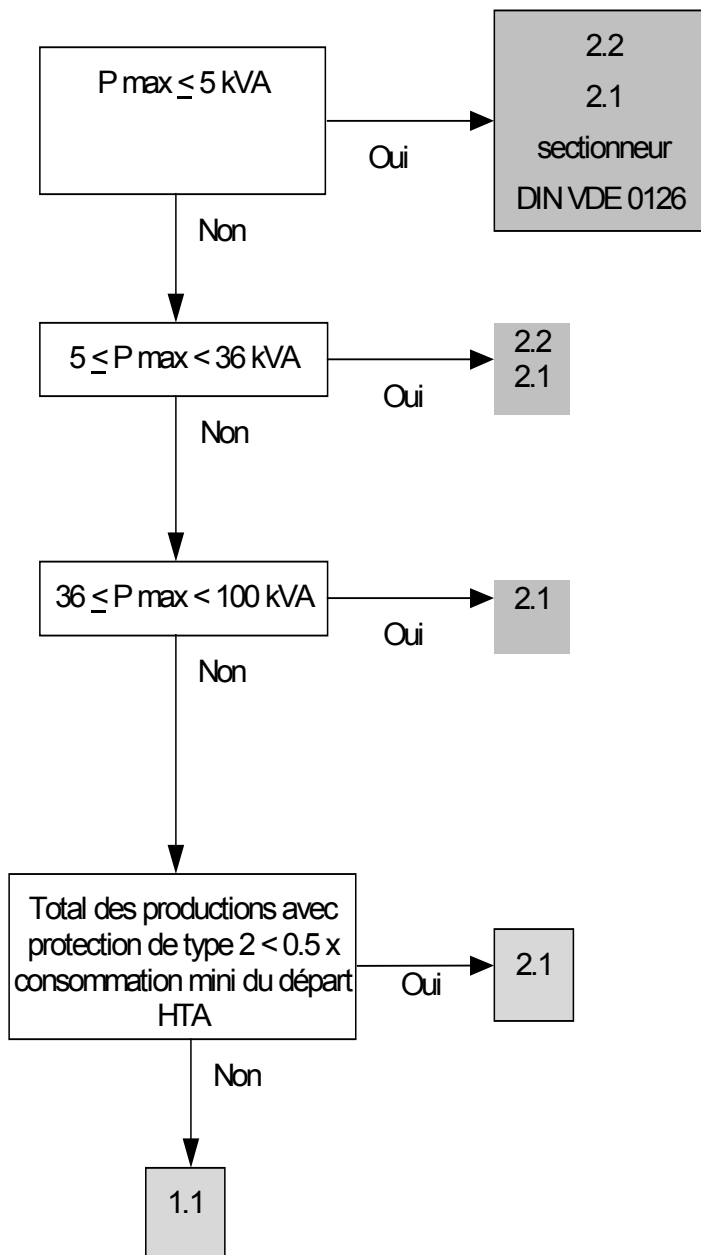
### 2.6.1. Arbres de décision

Pour éclairer les impératifs techniques évoqués précédemment, les installations de production raccordées en HTA peuvent être classées en 4 niveaux de puissance :

- Les centrales de puissance totale installée inférieure ou égale à 250 kVA.
- Les centrales de puissance maximale productible inférieure à 1 MW.
- Les centrales de puissance maximale productible supérieure ou égale à 1 MW et inférieure à 10 MW.
- Les centrales de puissance productible supérieure ou égale à 10 MW.

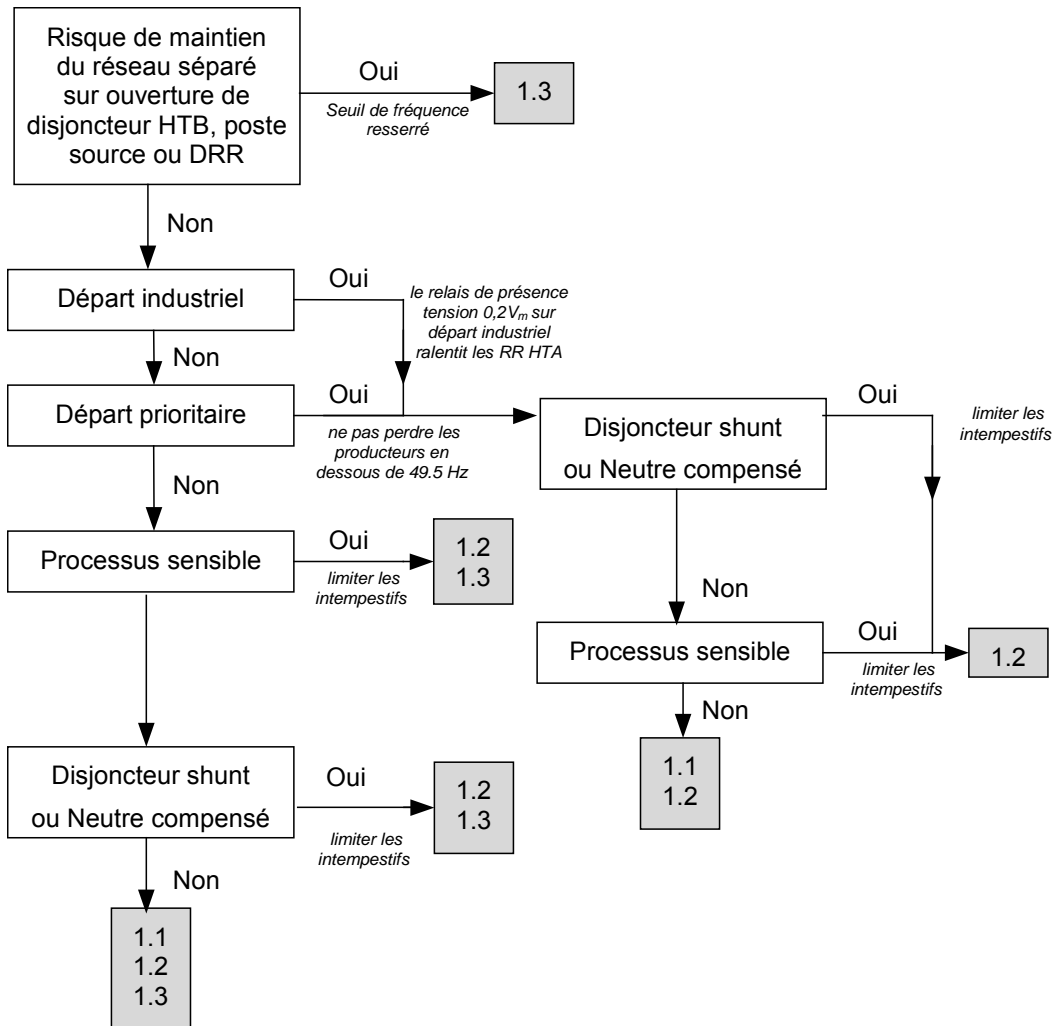
Les protections possibles sont indiquées aux extrémités des branches des arbres de décision.

<p>Accessibilité <b>EXTERNE</b></p> <p>Copyright EDF 2001</p>		<p>Créé le : 05/12/01</p> <p>D KLAJA</p>
---	---	--

**2.6.3.1. Centrales de puissance totale installée inférieure ou égale à 250 kVA**

### 2.6.3.2. Centrales de puissance inférieure à 1 MW

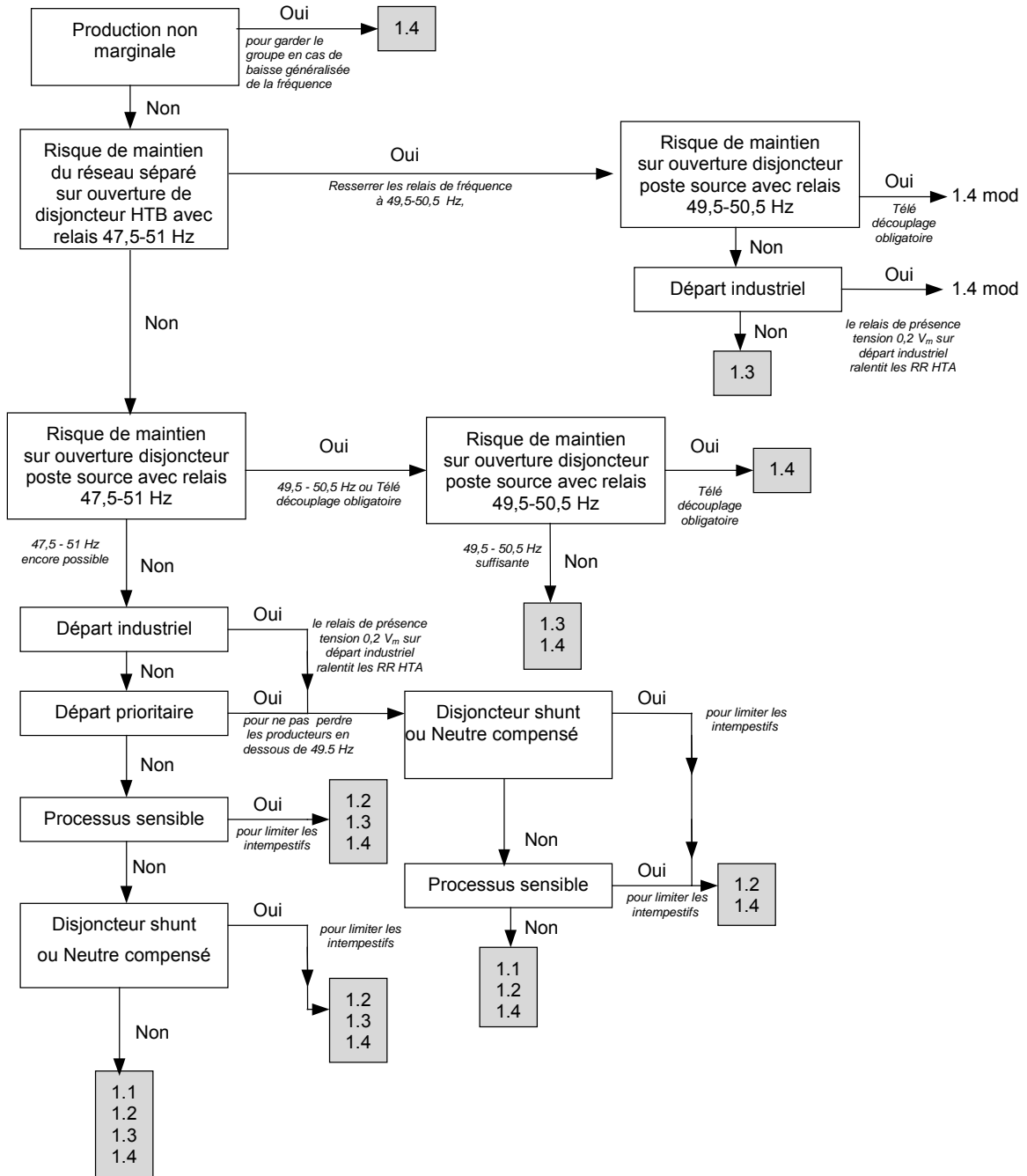
Pour ce niveau de puissance, on retiendra préférentiellement une protection sans liaison de télé-découplage.



Accessibilité <b>EXTERNE</b> Copyright EDF 2001		Créé le : 05/12/01  D KLAJA
---	---	-----------------------------------



**2.6.3.3. Centrale de puissance installée supérieure ou égale à 1 MW et inférieure à 10 MW**

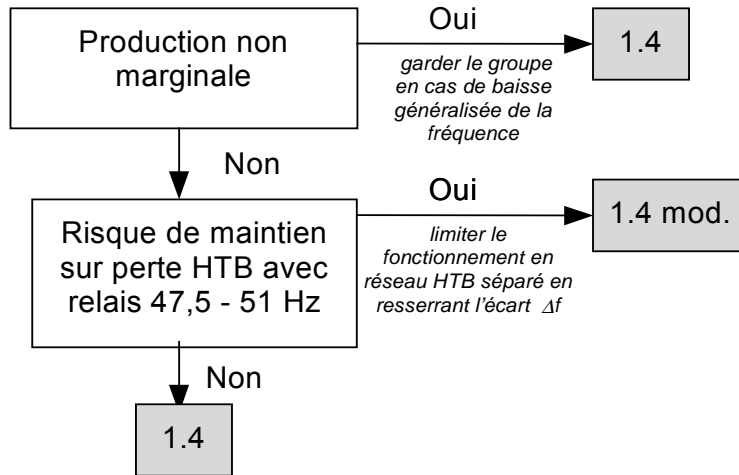


La protection de type 1.4 est souhaitable pour une centrale non marginale car on souhaite un découplage rapide sans risque de découplage injustifié et conserver la production en cas de baisse généralisée de la fréquence.

Accessibilité <b>EXTERNE</b>  Copyright EDF 2001		Créé le : 05/12/01  D KLAJA
---	---	-----------------------------------

#### 2.6.3.4. Centrale de puissance installée supérieure ou égale à 10 MW

Pour ce niveau de puissance, on retiendra préférentiellement une protection avec liaison de télé-découplage pour obtenir un découplage rapide sans risque de découplage injustifié et dans la mesure du possible le maintien de la production en cas de baisse généralisée de la fréquence.



## 2.7. INSERTION DES PROTECTIONS DE DÉCOUPLAGE

### 2.7.1. Dispositions pratiques

La protection de découplage doit être installée dans le poste de livraison ou à proximité immédiate. Dans tous les cas, elle est accessible en permanence au Distributeur pour les besoins de l'exploitation du réseau de distribution, notamment l'accès à la clé du R.S.E.

Les réglages des relais et les raccordements correspondant à la protection de découplage doivent être rendus inaccessibles au Producteur ou au Client. A cet effet, les boîtiers de relais ou l'ensemble des tiroirs modulaires, ainsi que leurs bornes de raccordement sont normalement placés dans un coffret fermé et scellé par le Distributeur.

La face avant de ce coffret est de préférence vitrée pour permettre au Producteur ou au Client de connaître l'état de la protection, consulter les réglages et le cas échéant interroger les protections.

#### 2.7.1.1. Spécifications des circuits de mesure des protections de type 1

Un jeu de trois transformateurs de tension  $U_n / \sqrt{3} / 100 / \sqrt{3}$  Volt est nécessaire à l'alimentation

des protections de découplage de type 1, il peut moyennant une séparation des circuits et dans la limite des puissances de précision être utilisé pour alimenter les comptages de livraison et un dispositif de synchro couplage.

#### Exemple :

- *Circuit 1*
  - ↳ la protection de découplage :
    - ✓ à partir des tensions simples :
      - ➡ le relais à maximum de tension homopolaire,
    - ✓ à partir des tensions composées :
      - ➡ les relais à mini-maxi tension composée,
      - ➡ les relais à mini-maxi fréquence.
  
- *Circuit 2*
  - ↳ les comptages d'énergie et les éventuels systèmes de télémesures,
  - ↳ le dispositif éventuel de mesure de la qualité de fourniture (IQF, qualimètre.....),
  
- *Circuit 3*
  - ↳ la référence de la tension réseau destinée au Producteur (synchro-coupleur,.....).
  
- Les transformateurs de mesure doivent être raccordés coté réseau en amont de l'appareil de protection générale NF C 13-100.

Accessibilité <b>EXTERNE</b> Copyright EDF 2001		Créé le : 05/12/01  D KLAJA
---	---	-----------------------------------

- La puissance de précision des réducteurs de mesure doit être adaptée à la puissance apparente totale des circuits ci-dessus. Un bilan est indispensable.
- Les 3 circuits doivent être séparés, identifiés et protégés de façon indépendante par des fusibles de courbe gl.
- La protection de découplage doit être équipée de dispositifs permettant l'essai sur site des relais et des circuits et le cas échéant des temps de déclenchement, ces dispositifs sont scellés par le Distributeur. (boîtes d'essai tension, déclenchement....).

Dans la mesure du possible, il est préférable d'installer des transformateurs de tension à doubles enroulements secondaires. Une seconde cellule équipée de 3 transformateurs de tension, contiguë à la cellule TT comptage peut être également installée.

#### 2.7.1.2. Spécifications des circuits de mesure des protections de type 2

Les circuits de mesure des protections de type 2 peuvent être raccordés :

- soit sur les circuits de comptage, en amont de l'appareil général de commande et protection (AGCP), ils sont alors réalisés en classe 2 (double isolement), protégés par fusibles HPC et rendus inaccessibles au client ou au producteur.

- soit en aval de l'appareil général de commande et protection (AGCP), sur l'installation intérieure de l'utilisateur, ils sont alors protégés comme les circuits d'utilisation, conformément au régime de neutre de l'installation.

La prise de mesure en aval de l'appareil de commande et de protection doit être accompagnée de dispositions complémentaires de façon à détecter la séparation de l'installation consécutive à une ouverture de l'appareil général de commande et de protection et éviter tout renvoi de tension de l'installation vers le réseau.

#### 2.7.1.3. Alimentations auxiliaires de la protection de découplage

Suivant le type de protection de découplage, l'alimentation des relais et circuits de déclenchement sera assurée depuis l'installation intérieure du client de façon suivante:

- Les relais et circuits de déclenchement des protections de type 1.1 et 1.2 ainsi que 2.1 et 2.2 peuvent être alimentées par une tension simple alternative 230 V issue d'un transformateur de puissance HTA/BT raccordé en amont de l'appareil de découplage.

Cette alimentation ne doit pas être affectée par un défaut monophasé survenant sur le réseau HTA.

- Les relais et circuits de déclenchement des protections de type 1.3, 1.4, 1.4 modifié et 1.5 modifié doivent être alimentées par une source indépendante du réseau, tel un ensemble redresseur batterie, commune ou non avec celle de la protection NF C 13-100.

Les batteries de démarrage des groupes de production sujettes à des baisses importantes de tension ne peuvent être utilisées pour l'alimentation auxiliaire des relais de protection.

<p>Accessibilité <b>EXTERNE</b></p> <p>Copyright EDF 2001</p>		<p>Créé le : 05/12/01</p> <p>D KLAJA</p>
---	---	--

### 2.7.2. Coordination entre protections de découplage et d'installation

La protection de découplage n'est pas toujours sélective par rapport aux protections de l'installation. En effet par son action instantanée, la protection de découplage peut réagir plus rapidement que la protection générale voire une protection divisionnaire et parfois assurer l'élimination de certains défauts d'isolement de l'installation située en aval du point de découplage. Le non signalement d'un défaut d'isolement peut s'avérer dommageable pour l'installation comme pour la qualité d'alimentation des utilisateurs du réseau car il sera nécessairement suivi de multiples remises sous tension de la partie d'installation en défaut par action soit d'un opérateur ou de l'automate de reprise ou de couplage.

Compte tenu des conséquences néfastes pour le réseau et les installations raccordées en HTA et BT, il faut mettre en œuvre les dispositions pour informer l'utilisateur de la présence d'un défaut et empêcher l'action de l'automate de reprise de service ou de couplage en utilisant soit l'information instantanée de défaut issue de la protection générale (ou d'une autre protection), soit toute autre disposition équivalente (contrôle d'isolement préalable au couplage au réseau...).

Réciproquement, la protection de découplage n'est pas sollicitée par le plus grand nombre des défauts détectés par les protections internes à l'installation, notamment ceux détectés par la protection générale et pouvant être maintenus par sa source de production. Il appartient au producteur de prendre les dispositions complémentaires pour assurer l'élimination de ces défauts par découplage de la source ou fonctionnement de protections divisionnaires.

## 2.8. CHOIX DES RELAIS

Les relais de protection de découplage ainsi que la protection NF C 13-100 doivent être d'un type autorisé d'emploi par le Distributeur. La liste des relais autorisés d'emploi est mise à jour conformément à la procédure décrite dans le chapitre B 88.11 du GTDE.

Il existe deux familles de matériel :

- Les protections électromécaniques ou électroniques ne disposant pas de moyen d'autocontrôle.

Les protections NF C 13-100 et de découplage sont nécessairement distinctes.

- Les protections de type numérique disposant de moyen d'autocontrôle ( dit " chien de garde ").

Les protections NF C 13-100 et de découplage peuvent être distinctes ou partager la même logique de traitement et être intégrées dans un boîtier commun voire être redondantes.

Dans tous les cas, la défaillance détectée d'une protection doit être signalée localement et alarmée pour que cette situation rare mais grave puisse donner lieu à une action rapide et adaptée.

La convention d'exploitation précise le circuit des échanges d'information et les actions à mener entre Producteur et Distributeur (devoir d'information mutuelle, les actions à mettre en œuvre ...).

## 2.9. APPAREILLAGE DE COUPLAGE / DÉCOUPLAGE

### 2.9.1. Généralités

La protection de découplage, lors d'une anomalie externe à l'installation, doit séparer la centrale

<p>Accessibilité <b>EXTERNE</b></p> <p>Copyright EDF 2001</p>		<p>Créé le : 05/12/01</p> <p>D KLAJA</p>
---	---	--

de production du réseau de distribution publique. Elle commande à cet effet l'ouverture d'un organe de coupure qui est désigné par "appareil de découplage".

Les appareils suivants peuvent être utilisés dans la limite de leur capacité de vitesse et d'endurance :

- disjoncteur HTA,
- combiné interrupteur - fusibles HTA,
- contacteur HTA,
- disjoncteur BT,
- contacteur BT.

### 2.9.2. Choix de l'appareil

L'appareil de découplage doit pouvoir :

- tenir le courant maximal de court-circuit fourni par la centrale de production pendant le temps de réponse de la protection de découplage,
- le couper à l'issue de ce temps,
- tenir le courant de court-circuit correspondant à la  $P_{CC}$  maximale du réseau au point de livraison.

Le temps de réponse à un ordre d'ouverture (entre la coupure de la tension sur la bobine d'ouverture et l'ouverture des contacts) doit être au plus égal à 100 ms pour les appareils HTA et à 50 ms en BT.

Le choix doit également prendre en compte la fréquence des manœuvres de découplage (motivées par l'exploitation courante et par le fonctionnement des protections).

Pour éviter tout risque de renvoi de tension de l'installation vers le réseau, la fermeture de l'appareil de découplage ne doit pas être possible en l'absence de tension sur le réseau, le cas échéant, elle doit être verrouillée par un contact du relais auxiliaire de découplage.

### 2.9.3. Emplacement

L'appareil de découplage est généralement distinct de l'appareil de protection générale HTA prescrit par la norme NF C 13-100 ou de l'appareil général de protection et de commande (AGCP) des branchements BT à puissance surveillée relevant de la norme C14-100.

Pour les installations BT  $\leq 36$  kVA alimentées par un branchement basse tension à puissance limitée (tarif bleu), l'appareil de découplage est toujours distinct du disjoncteur de branchement.

L'emplacement de l'appareil de découplage doit être tel que son ouverture :

- garantisse la séparation entre l'installation de production et le réseau du Distributeur,
- soit sans effet sur l'alimentation par le réseau des circuits de mesure du comptage,
- soit sans effet sur l'alimentation par le réseau des relais de mesure de la protection de

découplage.

L'appareil de découplage est généralement unique.

Cependant lorsqu'il y a sur un site plusieurs tranches de production, il est possible de faire agir la

<p>Accessibilité <b>EXTERNE</b></p> <p>Copyright EDF 2001</p>		<p>Créé le : 05/12/01</p> <p>D KLAJA</p>
---	---	--

protection de découplage sur plusieurs appareils de coupure pour séparer du réseau un générateur ou une partie d'installation alimentée par un ou plusieurs générateurs. Si ces appareils ne sont pas tous situés dans le même local que le poste de livraison ou dans un local contigu, il faut s'assurer des procédures ou dispositions constructives pour la réalisation des vérifications de fonctionnement de ces appareils. (circuits de retour de position, consignation ou enregistreur d'état...).

## 2.10. CHAÎNE DE DÉCOUPLAGE

La chaîne de découplage comporte :

- la chaîne de contact de la protection de découplage
- le relais auxiliaire de découplage
- la liaison entre le relais auxiliaire et la bobine de déclenchement
- la bobine de déclenchement

Le relais auxiliaire de découplage a pour rôle :

- d'adapter le pouvoir de coupure du contact aux caractéristiques de la bobine d'ouverture de l'appareil de découplage, en particulier dans le cas où cet appareil serait un contacteur
- éventuellement, de commander plusieurs appareils de découplage
- éventuellement, de délivrer un acquit au retour des conditions normales du réseau
- Il doit avoir un temps de réponse au déclenchement inférieur ou égal à 30 ms.

En général, le relais auxiliaire et la bobine de déclenchement doivent fonctionner à manque de tension, que l'alimentation auxiliaire soit à courant alternatif ou à courant continu. Sur demande expresse du gestionnaire de l'installation de production, le Distributeur peut accepter le recours à une logique de déclenchement à émission de tension lorsque les dispositions proposées permettent de garantir la disponibilité de la protection en cas de panne d'un auxiliaire. Le doublement complet de la fonction protection de découplage à émission de tension (relais auxiliaire, circuits, bobines), issu de deux sources permanentes et indépendantes et mutuellement surveillées et alarmées, peut convenir, les actions à engager à l'apparition d'une alarme sont alors précisées dans la convention d'exploitation.

Si les relais de mesure, la chaîne de contact et le relais auxiliaire de découplage ne sont pas alimentés par la même alimentation protégée (sans autre protection divisionnaire), il convient de s'assurer que dans tous les cas la logique de fonctionnement à manque tension est maintenue à l'égard de chacun des composants et sources mis en œuvre.

Le relais auxiliaire de découplage se situe **obligatoirement** dans l'armoire protection de découplage.

La liaison entre le relais auxiliaire de découplage et la bobine de déclenchement est constituée

<p>Accessibilité <b>EXTERNE</b> Copyright EDF 2001</p>		<p>Créé le : 05/12/01  D KLAJA</p>
--	---	--

d'un câble dédié sans point de coupure accessible. “ Les circuits d'alimentation et d'ouverture doivent être également rendus inaccessibles à l'utilisateur (article 435 norme NF C 13-100) ”. Ceci a pour but de limiter les risques d'intervention intempestive sur cette liaison et donc de dysfonctionnement.

## 2.11. INHIBITION DE LA PROTECTION DE DÉCOUPLAGE

L'inhibition de l'action de la protection de découplage est généralement nécessaire dans les deux situations suivantes d'installations d'auto-production, à la fois consommatrices et productrices.

### 2.11.1. Installations dont la production n'est pas en service permanent

En période d'arrêt de la production, les charges raccordées en aval de l'appareil de découplage peuvent subir des coupures d'alimentation suite au fonctionnement de la protection de découplage. Pour éviter ces fonctionnements injustifiés, il est possible, de prévoir l'inhibition de l'action de la protection de découplage lorsque les organes de couplage de toutes les machines de production sont ouverts.

### 2.11.2. Installations séparées en deux par l'appareil de découplage

Lors d'une coupure prolongée du réseau de distribution, le client peut vouloir assurer l'alimentation de son installation par sa source autonome en délestant si besoin certaines charges. Dans ce cas, l'action de la protection de découplage doit être inhibée lors de la séparation complète de l'installation du réseau de distribution, obtenue par ouverture de l'appareil de sectionnement général.

### 2.11.3. Réalisation de l'inhibition

La fonction d'inhibition est commandée à émission de tension. Une signalisation sur la protection de découplage doit obligatoirement être associée à cette fonction. Une alimentation auxiliaire permanente et indépendante du réseau de distribution est nécessaire.

En cas de réalisation par relaying, le relais doit être placé dans l'armoire protection de découplage. L'inhibition doit alors shunter la chaîne des contacts de la protection de découplage afin d'assurer une surveillance du bon état de fonctionnement du relais auxiliaire de découplage.

Pour éviter toute remise sous tension même involontaire du réseau public par l'installation et le générateur, l'inhibition doit intervenir après séparation du réseau de l'installation de production et doit disparaître avant toute liaison au réseau de la partie d'installation séparée. La commande de l'inhibition est assurée par un circuit issu des contacts répéteurs de position des appareils assurant la séparation ou par un dispositif de sûreté équivalente.

## 2.12. COUPLAGE

L'organe de couplage peut être différent de l'appareil de découplage.

Après fonctionnement de la protection de découplage, le couplage de la centrale ne doit être engagé qu'après retour aux conditions normales d'alimentation du site pendant un temps (t secondes) à déterminer pour échelonner les opérations de couplage et qu'en absence de défaut d'isolement sur l'installation.

Accessibilité <b>EXTERNE</b> Copyright EDF 2001		Créé le : 05/12/01  D KLAJA
---	---	-----------------------------------



Le retour aux conditions normales de tension est généralement initialisé par un contact " travail " du relais auxiliaire de découplage.

## 2.13. LA PROTECTION GÉNÉRALE NF C 13-100

### 2.13.1. Principes généraux

Cette protection s'intègre dans le plan de protection coordonné décrit précédemment.

Elle est destinée à éliminer les défauts affectant l'installation des utilisateurs du réseau HTA et est donc adaptée au régime de neutre du réseau de distribution et naturellement aux caractéristiques de l'installation. Ses conditions de mise en œuvre sont définies par la norme NF C 13-100.

### 2.13.2. Protection générale d'une installation sans moyen de production

La protection générale est constituée par un combiné interrupteur - fusibles HTA ou par un disjoncteur HTA selon l'intensité de base de l'installation.

L'intensité de base  $I_B$  est " égale à la somme des courants assignés de tous les appareils - y compris les transformateurs - alimentés directement à la tension du réseau d'alimentation ".

- La protection par interrupteur - fusibles HTA est autorisée pour une intensité de base inférieure à 45 A.
- La protection par disjoncteur est assurée par deux relais à maximum d'intensité de détection des défauts polyphasés, complétés le cas échéant, par un relais à maximum d'intensité homopolaire pour la détection des défauts monophasés et dans le cas d'un raccordement à un réseau en régime de neutre compensé par un relais à maximum de puissance active homopolaire

La norme NF C 13-100 précise que le réglage des relais doit être tel que le courant minimal de court circuit dans l'installation ( $0,8 I_{ccbi} \text{ minimal}$ ) provoque le fonctionnement du dispositif de protection dans un temps permettant d'assurer une sélectivité satisfaisante avec la protection du réseau de distribution et que toute la mesure du possible les appels de courant résultant de la mise sous tension des installations ne doivent pas provoquer le fonctionnement intempestif du dispositif de protection.

Ces deux conditions sont satisfaites si le courant de réglage est égal ou inférieur à la plus petite des deux valeurs suivantes  $0,8 I_{ccbi} \text{ minimal}$  et 5 ou 8  $I_B$

L'élimination du courant de court-circuit doit, en règle générale, être effectuée en 0,2 seconde au plus.

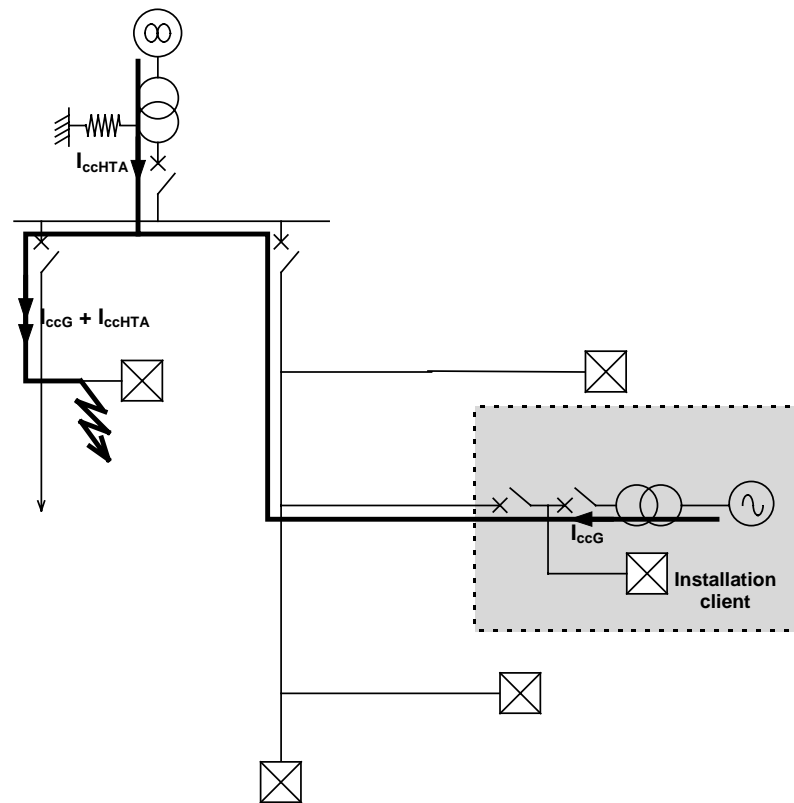
### 2.13.3. Protection générale d'une installation équipée d'une centrale de production

La protection générale NF C 13-100 a pour vocation de fonctionner pour des défauts affectant l'installation et ne doit pas fonctionner pour des défauts affectant le réseau de distribution publique.

La présence d'une installation de production couplée au réseau n'affecte pas les courants de défaut monophasé HTA, mais elle modifie la valeur et la circulation des courants de défaut polyphasé.

Lors d'un défaut polyphasé en réseau, la contribution de la centrale au courant de défaut est illustrée par le schéma suivant.

<p>Accessibilité <b>EXTERNE</b></p> <p>Copyright EDF 2001</p>		<p>Créé le : 05/12/01</p> <p>D KLAJA</p>
---	---	--



Ce courant peut dépasser le seuil de la protection à maximum de courant de phase et provoquer le fonctionnement intempestif de cette protection et la coupure d'alimentation électrique d'une partie ou la totalité de l'installation du client.

### 2.13.3.1. Choix et réglage de la protection maximum de courant de phase

Quatre grandeurs électriques doivent être prises en compte pour déterminer le choix et le réglage de la protection :

- $I_B$  : somme des courants assignés des appareils susceptibles d'être mis sous tension par le réseau (en général les transformateurs). Les transformateurs de groupe mis sous tension par les machines avant couplage de l'installation au réseau HTA ne sont pas à prendre en compte.
- $I_M$  : courant maximal physiquement injecté sur le réseau HTA **en régime permanent** par l'installation de production
- $I_{ccbi}$  : courant de court-circuit biphasé minimal au point le plus impédant de l'installation HTA du client, machine(s) de production couplée(s)
- $I_{cctriG}$  : courant de court-circuit triphasé maximal injecté par les machines **100 ms** après l'apparition d'un défaut immédiatement en amont de la protection NF C 13-100. Pour une machine synchrone, il s'agit du régime transitoire après défaut.

Le calcul de  $I_{ccbi}$  et  $I_{cctriG}$  est effectué en considérant :

- la puissance de court-circuit HTB minimale rencontrée quelques semaines par an
- la valeur maximale spécifiée de la réactance de court-circuit du transformateur HTB/HTA à la

Accessibilité <b>EXTERNE</b> Copyright EDF 2001		Créé le : 05/12/01  D KLAJA
---	---	-----------------------------------

prise médiane

- les tensions assignées primaire et secondaire spécifiées du transformateur HTB/HTA
- les autres installations de production comme découplées du réseau

Le calcul de ces courants de défaut est mené suivant la norme CEI 909 et les modalités données au chapitre GTDE B61-43.

Les règles générales de réglage du relais à maximum d'intensité homopolaire sont conservées.

Le réglage  $I_{\text{réglage}}$  des relais de phase doit vérifier les conditions suivantes :

$I_{\text{réglage}} < 0,8 I_{\text{ccbi}}$	: condition essentielle de sécurité
$I_{\text{réglage}} \geq 5 \text{ à } 8 I_B$	: évite, dans la mesure du possible, les déclenchements injustifiés à la mise sous tension des charges
$I_{\text{réglage}} \geq 1,3 I_M$	: évite les déclenchements injustifiés en régime permanent
$I_{\text{réglage}} \geq 1,2 I_{\text{cctriG}}$	: évite les déclenchements injustifiés lors d'un défaut polyphasé franc sur le réseau HTA

Lorsque ces quatre conditions sont simultanément remplies, on retient pour  $I_{\text{réglage}}$  la plus grande des valeurs, soit  $\text{Max}(5 \text{ à } 8 I_B; 1,3 I_M; 1,2 I_{\text{cctriG}})$ .

- **Remarque**

Généralement  $1,3 I_M < 1,2 I_{\text{cctriG}}$ , sauf pour des moyens de production particuliers, par exemple, raccordés au moyen d'une interface électronique.

- **Cas particuliers posant problème**

↪  $5 \text{ à } 8 I_B > 0,8 I_{\text{ccbi}}$

Il est impératif de privilégier un réglage à  $0,8 I_{\text{ccbi}}$ . Le client doit être informé du réglage adopté pour prendre les dispositions de limitation de l'appel de courant à la remise sous tension de son installation.

↪  $1,2 I_{\text{cctriG}} > 0,8 I_{\text{ccbi}}$

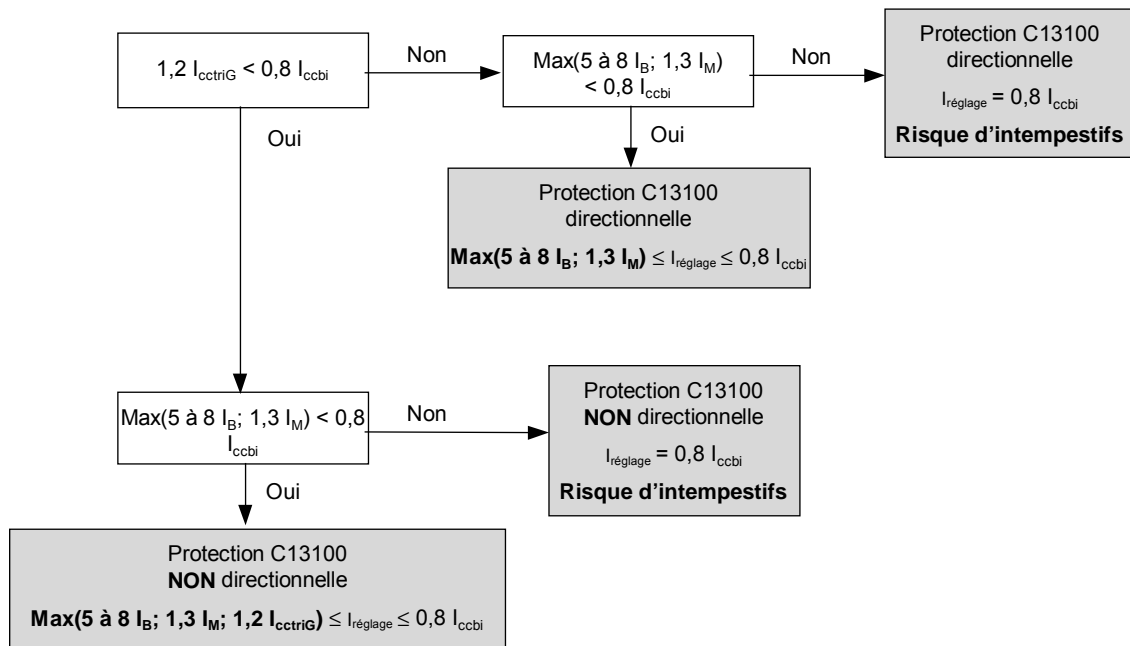
Le réglage impératif qui est de  $0,8 I_{\text{ccbi}}$  présente un risque de déclenchement intempestif en cas de défaut polyphasé sur le réseau de distribution. Pour éviter ces déclenchements injustifiés, il est souhaitable d'installer sur la protection générale des relais directionnels à maximum de courant de phase.

↪  $1,3 I_M > 0,8 I_{\text{ccbi}}$

Ce cas est très peu probable, mais il est impératif de privilégier un réglage à  $0,8 I_{\text{ccbi}}$  et d'alerter le client des risques de déclenchement intempestif de son installation.

En résumé, l'arbre de décision donné ci-dessous doit être suivi.

<p>Accessibilité <b>EXTERNE</b> Copyright EDF 2001</p>		<p>Créé le : 05/12/01  D KLAJA</p>
--	---	--



### 2.13.3.2. Cas de la protection générale par interrupteur - fusibles HTA

L'apport de courant de court circuit d'une centrale de production raccordée en aval de fusibles HTA peut solliciter ces fusibles sous leur courant minimal de coupure (zone de non-fusion ou de fonctionnement dangereux, comprise entre trois et cinq fois le courant nominal et le courant minimal de coupure). Le cas échéant, des précautions doivent être prises pour une telle sollicitation par mise en place d'une protection générale par disjoncteur ou par une protection de découplage à action instantanée.

Pratiquement, les protections générales NFC 13-100 par fusibles (de la norme NFC 64-210) autorisent le raccordement d'alternateurs jusqu'à concurrence d'une puissance totale égale à la puissance nominale du transformateur HTA/BT.

## 2.14. LES PROTECTIONS POSTE SOURCE ET DRR

### 2.14.1. Généralités

Ces protections détectent les défauts monophasés et les défauts polyphasés affectant le réseau HTA. Les conditions de leur mise en œuvre sont définies dans le chapitre GTDE B 61-2.

Elles sont adaptées au régime de neutre du réseau de distribution HTA.

Elles sont constituées de relais à maximum d'intensité de phase et d'un relais à maximum d'intensité homopolaire et (ou) de puissance active homopolaire. Elles agissent sur les disjoncteurs et sur les automatismes qui leur sont associés.

Le présent paragraphe traite de l'impact sur les protections du poste source et des modifications à y apporter du fait de la présence d'un producteur sur un réseau HTA.

### 2.14.2. Impact sur le plan de protection homopolaire

La présence d'une ou plusieurs installations de production couplées au réseau n'affecte pas les courants de défaut monophasé HTA et ne modifie donc en rien les principes de réglage des

Accessibilité <b>EXTERNE</b>  Copyright EDF 2001		Créé le : 05/12/01  D KLAJA
---	---	-----------------------------------

protections contre les défauts monophasés énoncés dans le GTDE B 61-2.

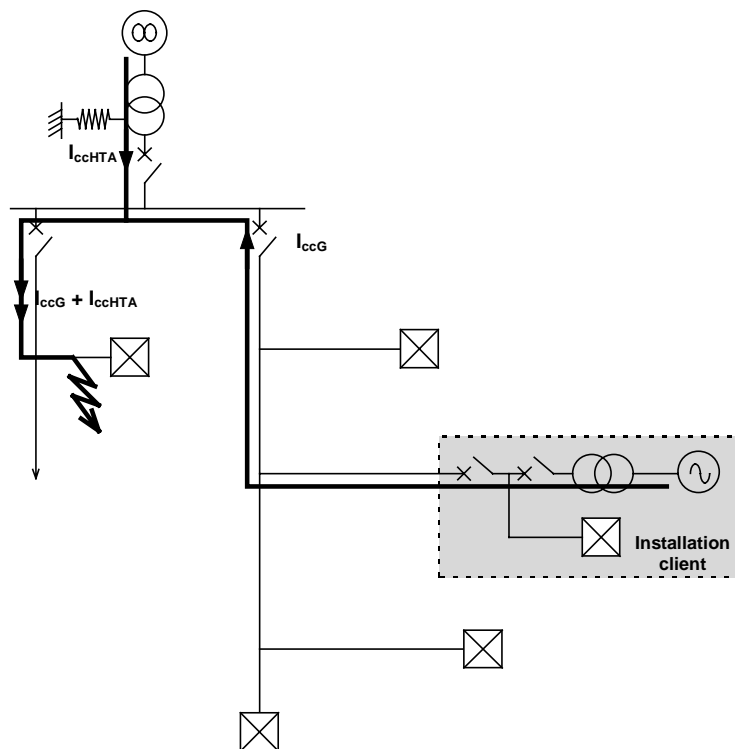
### 2.14.3. Impact sur le plan de protection phase

La présence d'une ou plusieurs installations de production couplées au réseau modifie la valeur et la circulation des courants de défaut polyphasé. L'apport de ces installations est une hypothèse supplémentaire qui doit être prise en compte dans l'élaboration du plan de protection phase.

#### 2.14.3.1. Fonctionnement intempestif des relais sur un défaut amont

Ceci peut concerner les relais à maximum de courant de phase des protections de départ et arrivée HTA et des DRR.

La figure suivante illustre la circulation du courant de défaut fourni par les installations de production raccordées à un départ HTA lors d'un défaut polyphasé affectant un départ voisin.



Ce courant peut dépasser le seuil de la protection à maximum de courant de phase du départ de raccordement et provoquer le fonctionnement intempestif de cette protection entraînant une panne de l'alimentation des utilisateurs du départ.

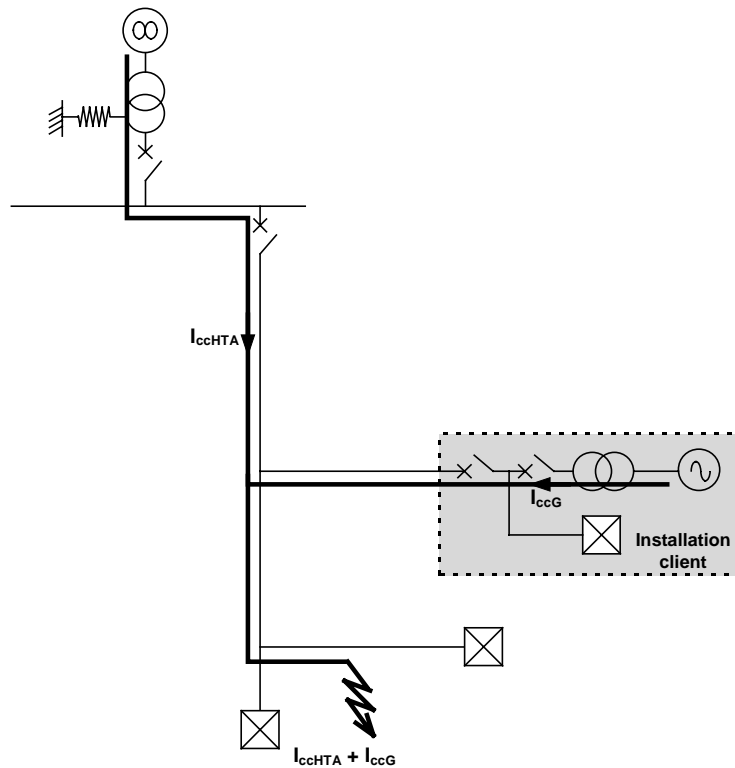
Ce fonctionnement intempestif provoque en outre un retard dans la localisation des ouvrages en défaut et le cas échéant, un dysfonctionnement des protections et/ou automatismes au poste source (protection logique de jeu de barres, accélération de protection de transformateur 225/20 kV...). (voir chapitre GTDE B61-43)

#### 2.14.3.2. Diminution de la sensibilité des protections départ et DRR

Lors d'un défaut polyphasé sur une dérivation d'un départ arborescent accueillant une installation de production, on observe, par rapport au cas sans production, une diminution du courant de défaut vu par la protection du départ ( $I_{ccHTA}$  sur la figure ci-dessous). Cette diminution est

Accessibilité <b>EXTERNE</b> Copyright EDF 2001		Créé le : 05/12/01  D KLAJA
---	---	-----------------------------------

provoquée par la contribution au courant de défaut de la centrale et est analogue à celle qui résulterait d'un allongement fictif de la dérivation au bout de laquelle le défaut a lieu. Cet effet est croissant avec la puissance de l'installation de production et l'impédance de la dérivation en défaut.

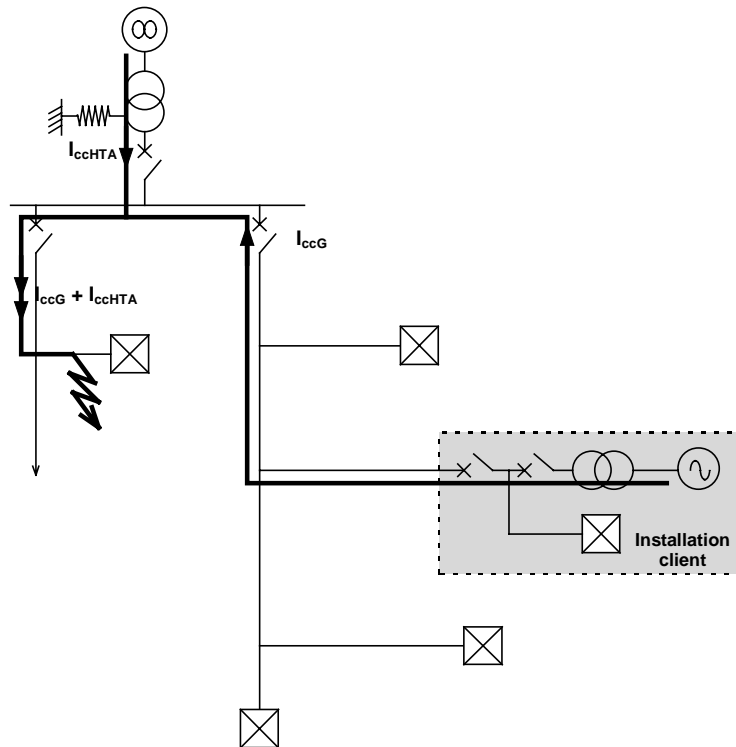


La diminution des courants de défaut vus par la protection du départ se traduit par une réduction de sensibilité à réglage constant. Dans le cas extrême, les courants de défaut peuvent être réduits au niveau du courant de charge, la protection à maximum de courant de phase est alors en situation de risque d'aveuglement.

<p>Accessibilité <b>EXTERNE</b> Copyright EDF 2001</p>		<p>Créé le : 05/12/01  D KLAJA</p>
--	---	--

### 2.14.3.3. Diminution de la sensibilité de la protection arrivée

La diminution illustrée précédemment touche aussi l'arrivée alimentant le départ en défaut du fait de l'apport des centrales couplées au réseau.



Dans le cas d'un défaut jeu de barres, la diminution des courants de défaut vus par la protection est négligeable et ne remet pas en cause son réglage. Par contre, la diminution des courants de défaut vus par la protection en cas de défaut sur un départ, se traduit par une réduction de sa sensibilité à réglage constant et diminue la zone couverte par la protection arrivée en cas de défaillance de la protection départ.

<p>Accessibilité <b>EXTERNE</b> Copyright EDF 2001</p>		<p>Créé le : 05/12/01  D KLAJA</p>
--	---	--

## 2.14.4. Choix et réglage des protections

### 2.14.4.1. Choix et réglage de la protection du départ

Trois grandeurs électriques doivent être prises en compte pour déterminer le choix et le réglage de la protection :

- $I_p$  : courant de transit maximal en régime permanent (en schéma normal et de secours usuel) sur le départ (en absorption ou en refoulement de puissance).
- $I_{ccbi}$  : courant de court-circuit minimal (en schémas normal et de secours usuel) au niveau de la protection départ lors d'un défaut biphasé sur le départ, l'ensemble des installations de production desservies par le départ étant couplées au réseau. Attention, ce point du réseau n'est pas nécessairement le même qu'en absence de producteur couplé au réseau. La méthode de détermination du point donnant ce courant de défaut minimal en présence du producteur est donnée au chapitre GTDE B 61-43.
- $I_{cctriG}$  : courant de court-circuit maximal au niveau de la protection départ lors d'un défaut triphasé situé immédiatement en amont de la protection départ, l'ensemble des installations de production desservies par le départ et son secours usuel étant couplées au réseau. La valeur est calculée 50 ms après l'apparition du défaut.

Le calcul de  $I_{ccbi}$  et  $I_{cctriG}$  doit être effectué en considérant :

- une puissance de court-circuit HTB minimale correspondant à une situation susceptible d'être rencontrée quelques semaines par an,
- la valeur maximale spécifiée de la réactance de court-circuit du transformateur HTB/HTA à la prise médiane (cf. chapitre GTDE B 61-43),
- les tensions assignées primaire et secondaire spécifiées du transformateur HTB/HTA (cf. chapitre GTDE B 61-43).

Le calcul de ces courants de défaut doit de plus être conforme à la norme CEI 909 dont les modalités d'application sont données au chapitre GTDE B61-43.

Le réglage  $I_{réglage}$  des relais de phase doit vérifier les conditions suivantes :

$I_{réglage} < 0,8 I_{ccbi}$ :	<b>condition essentielle de sécurité</b>
$I_{réglage} \geq 1,3 I_p$ :	évite les intempestifs en régime permanent
$I_{réglage} \geq 1,2 I_{cctriG}$ :	évite les intempestifs lors d'un défaut polyphasé en amont

- **Remarque**

La condition usuelle sur le réglage  $I_{réglage}$  des relais de phase  $I_{réglage} \geq 1,3 I_{nTC}$  a été remplacée par la condition  $I_{réglage} \geq 1,3 I_p$  car elle a l'avantage de permettre une plage de réglage plus grande par rapport à la limite du  $0,8 I_{ccbi}$ . En effet,  $I_p$  est en général largement inférieur à  $1,3 I_{nTC}$ .

Accessibilité <b>EXTERNE</b>  Copyright EDF 2001		Créé le : 05/12/01  D KLAJA
---	---	-----------------------------------



Par contre, ceci implique de revoir périodiquement la valeur de réglage de la protection départ en fonction de l'évolution des charges sur le réseau (variation de  $I_p$  dans le temps).

Pour des départs présentant un courant important à leur remise sous tension, le coefficient 1,3 affecté au courant  $I_p$  pourra être augmenté.

### • Cas particuliers posant problème

- $1,3 I_p > 0,8 I_{ccbi}$

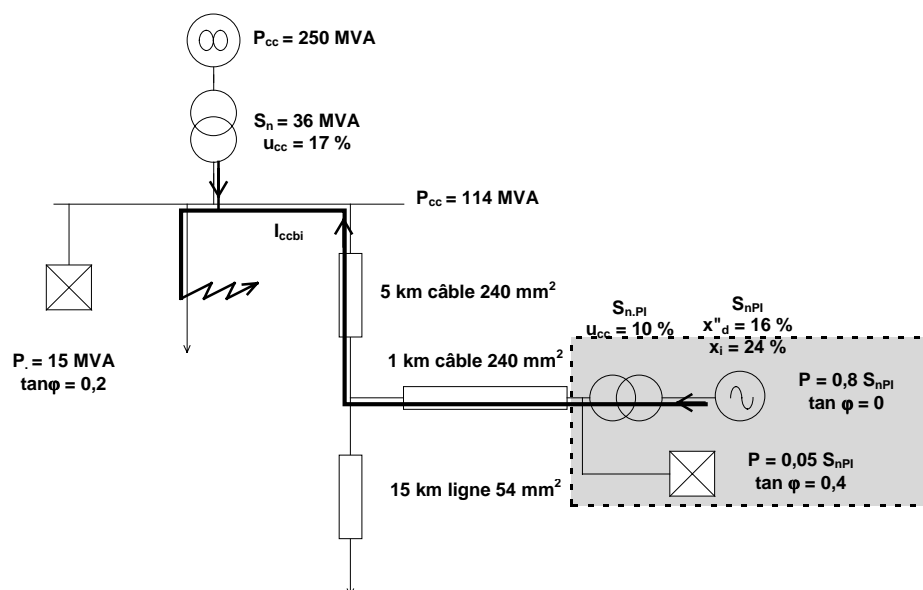
Cette situation peut apparaître dans certains cas de raccordement (voir exemple ci-dessous). Prendre un réglage à  $0,8 I_{ccbi}$  est inacceptable du fait des risques de déclenchements injustifiés de tous les clients desservis par le départ. D'autres solutions de raccordement sont donc à envisager.

- $1,2 I_{cctriG} > 0,8 I_{ccbi}$

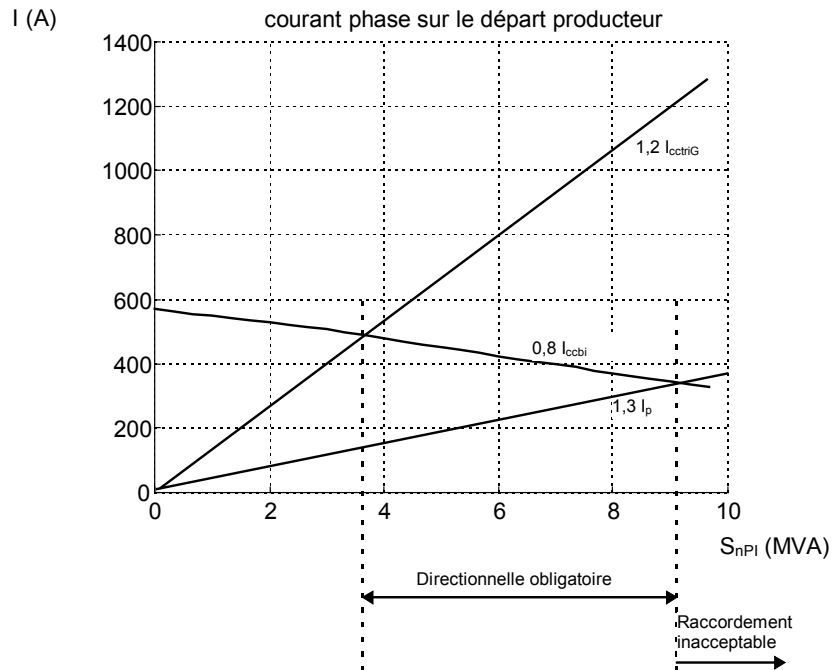
On est confronté à un risque de déclenchement intempestif en cas de défaut polyphasé sur un départ voisin. La solution à préconiser consiste :

- ✓ soit à rendre directionnels les relais de phase par adjonction de relais de puissance,
- ✓ soit à installer des relais de phase à maximum d'intensité directionnels.

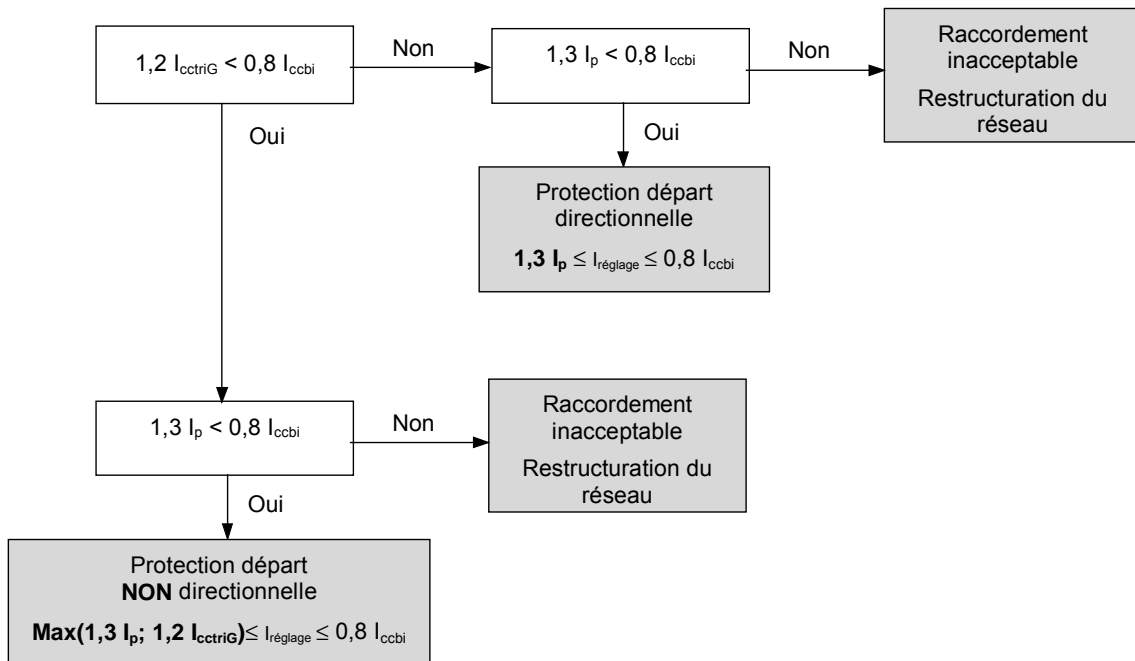
L'exemple suivant illustre les deux inégalités citées précédemment. Le graphe montre l'évolution des trois caractéristiques. Dès que la puissance de la source atteint 3,5 MVA, l'apport de celle-ci à un court circuit franc au niveau du jeu de barres dépasse celui le réglage maximal de la protection du départ, une protection directionnelle permet d'éviter le déclenchement intempestif du départ HTA. Au-dessus de 9 MVA, le niveau de réglage maximal de la protection de départ est inférieur au courant de charge, cette protection pouvant être "aveuglée", le raccordement envisagé est inacceptable.



Accessibilité <b>EXTERNE</b> Copyright EDF 2001		Créé le : 05/12/01  D KLAJA
---	---	-----------------------------------



L'arbre de décision donné ci-dessous doit être suivi.



**2.14.4.2. Choix et réglage de la protection DRR**

Le problème du choix et du réglage d'une protection DRR est traité, à quelques différences près, comme celui d'une protection départ.

Trois grandeurs électriques doivent être prises en compte :

- $I_p$  : courant de transit maximal en régime permanent (en schémas normal et de secours usuel) vu par le DRR (en absorption ou en refoulement de puissance).
- $I_{ccbi}$  : courant de court-circuit minimal (en schémas normal et de secours usuel) au niveau du

<p>Accessibilité <b>EXTERNE</b> Copyright EDF 2001</p>		<p>Créé le : 05/12/01  D KLAJA</p>
--	---	--

DRR lors d'un défaut biphasé en aval du DRR, l'ensemble des installations de production en aval du DRR étant couplées au réseau.

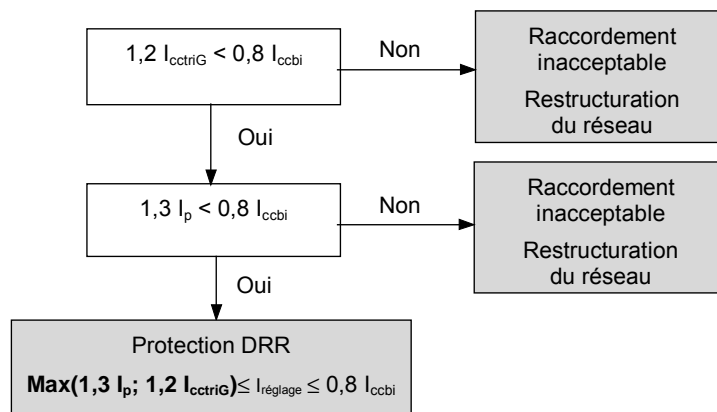
- $I_{cctriG}$  : courant de court-circuit maximal vu par le DRR lors d'un défaut triphasé situé immédiatement en amont du DRR, l'ensemble des installations de production en aval du DRR, y compris celles situées sur le départ secouru usuel, étant couplées au réseau. La valeur est calculée **50 ms** après l'apparition du défaut.

Les hypothèses et la méthode de calcul de  $I_{ccbi}$  et  $I_{cctriG}$  sont les mêmes que pour le cas de la protection départ

Le réglage  $I_{réglage}$  des relais de phase du DRR doit vérifier les mêmes conditions que pour la protection départ .

Les cas particuliers posant problème sont également identiques mais les solutions palliatives diffèrent, notamment à cause de l'impossibilité actuelle de pouvoir équiper un DRR d'un relais directionnel. En cas de difficulté de réglage, seul un renforcement du réseau est envisageable (raccordement en amont du DRR, départ dédié ...).

L'arbre de décision donné ci-dessous doit être suivi.



#### 2.14.4.3. Choix et réglage de la protection arrivée

Deux grandeurs électriques doivent être prises en compte pour déterminer le choix et le réglage de la protection :

- $I_{nTR}$  : courant nominal du transformateur HTB/HTA
- $I_{cctriG}$  : courant de court-circuit maximal au niveau de la protection arrivée lors d'un défaut triphasé situé immédiatement en amont de la protection arrivée (arrivée voisine si liaison double attache, liaison, transformateur), l'ensemble des installations de production desservies par l'arrivée étant couplées au réseau. On considère le schéma normal du poste source et du départ du producteur, le secours de demi-rames par l'arrivée desservant le producteur et le secours de départs par le départ du producteur. La valeur du courant de défaut est calculée **100 ms** après l'apparition du défaut.

Les hypothèses et la méthode de calcul de  $I_{cctriG}$  sont les mêmes que pour le cas de la protection départ.

<p>Accessibilité <b>EXTERNE</b> Copyright EDF 2001</p>		<p>Créé le : 05/12/01  D KLAJA</p>
--	---	--

Le réglage  $I_{\text{réglage}}$  des relais de phase doit vérifier les conditions suivantes :

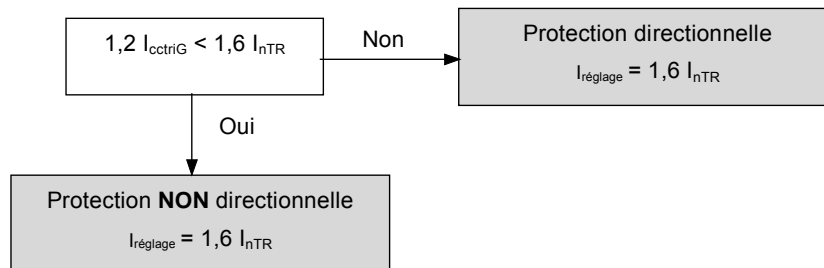
$I_{\text{réglage}} = 1,6 I_{n\text{TR}}$ :	donne une sensibilité maximale de la protection arrivée pour assurer un certain secours des protections départ tout en évitant les intempestifs sur report de charge
$I_{\text{réglage}} \geq 1,2 I_{\text{cctriG}}$ :	évite les intempestifs lors d'un défaut polyphasé en amont

**N.B. :** La condition essentielle de sécurité  $I_{\text{réglage}} \leq 0,8 I_{\text{ccbiJdB}}$  est toujours vérifiée avec  $I_{\text{réglage}} = 1,6 I_{n\text{TR}}$ .

Si  $1,2 I_{\text{cctriG}}$  est supérieur à  $1,6 I_{n\text{TR}}$ , on est confronté à un risque de fonctionnement intempestif en cas de défaut polyphasé en amont de la protection arrivée. La solution à préconiser consiste :

- soit à rendre directionnels les relais de phase par adjonction de relais de puissance,
- soit à installer des relais de phase à maximum d'intensité directionnels.

L'arbre de décision donné ci-dessous doit être suivi.



## 2.14.5. Dispositions complémentaires

### 2.14.5.1. Protection masse tableau

Lors d'un défaut masse tableau, il est impératif d'associer au déclenchement des arrivées et couplages HTA celui des départs desservant une installation de production non marginale non équipée d'une protection avec télé découplage, ceci pour limiter le temps de maintien du défaut par ces installations de production.

### 2.14.5.2. Délestage fréquentométrique

L'échelon de délestage des départs desservant des installations de production sera réglé conformément au chapitre C24-13 du GTDE.

Ne sont pas être affectés à un échelon de délestage fréquentométrique et doivent donc être classés en échelon 5 :

- les départs HTA dédiés à un site de production
- les départs HTA refulant de la puissance active lors du point de référence

Les départs HTA desservant de la consommation non prioritaire et une centrale appelée dans le cadre du secours du système électrique (dite (ex : anciens groupes EJP passés au contrat dispatchable...) doivent faire l'objet d'un examen particulier pour être placés dans la mesure du possible en échelon 3 ou 4.

Accessibilité <b>EXTERNE</b>  Copyright EDF 2001		Créé le : 05/12/01  D KLAJA
---	---	-----------------------------------

## PARTIE 3. INSTALLATIONS COMPORTANT DES MOYENS DE PRODUCTION FONCTIONNANT EN COUPLAGE FUGITIF OU SANS COUPLAGE AU RÉSEAU

### 3.1. PRINCIPES GÉNÉRAUX

Afin de maîtriser les coûts en énergie électrique ou de garantir la sécurité de l'alimentation électrique, certains sites sont équipés de sources de secours disponibles pour tout ou partie de la charge du client du réseau HTA ou BT.

Le transfert d'alimentation peut s'effectuer par inversion de source immédiatement en aval du point de comptage au moyen d'un inverseur ou deux interrupteurs avec verrouillage mécanique direct. Si l'inversion de source ne concerne qu'une partie de l'installation, alors une protection de découplage complémentaire est nécessaire pour limiter les conséquences d'une mise en parallèle involontaire des deux sources.

Si la nécessité d'assurer la permanence de l'alimentation électrique justifie que le transfert de charge se fasse sans coupure par la mise en parallèle de sources d'énergie avec le réseau, une protection de découplage est nécessaire.

D'autre part, la durée de couplage de groupes de production devra être aussi faible que possible et sera limitée par un relais de temps (durée de référence 10 secondes, maxi 30 secondes).

Cette courte durée permet de minimiser les contraintes de fonctionnement du plan de protection et parfois de réduire les dispositions à prendre au choix de la protection de découplage.

### 3.2. PROTECTION DE DÉCOUPLAGE

Comme dans le cas des installations de production en couplage permanent, cette protection doit participer au bon fonctionnement du plan de protection coordonné durant le couplage et détecter les situations de défaut comme exposé en tête de ce chapitre.

#### 3.2.1. Protections de découplage utilisables

Pour les installations secourues par couplage au réseau de groupe de production on retiendra, la plus simple des protections de découplage, c'est à dire la protection de type 1.1. La courte durée de couplage au réseau permet d'écartier le risque de découplage injustifié lequel ne ferait qu'accélérer la manœuvre de reprise des charges par le groupe de secours.

L'utilisation d'une protection temporisée (type 1.2 à 1.4) est possible mais non justifié au regard de leur surcoût pour le Producteur et pour le Distributeur (exploitation du RSE ...).

Sous certaines conditions, des protections simplifiées de type 3 peuvent être utilisées.

Accessibilité <b>EXTERNE</b> Copyright EDF 2001		Créé le : 05/12/01  D KLAJA
---	---	-----------------------------------

### 3.2.1. Protection de découplage type 1-1 pour couplage fugitif

Les principes de détection sont ceux déjà décrits aux paragraphes 2.2.2 et 2.4.1.

Un relais temporisé réglé à 10 secondes assure le contrôle de la durée du couplage. Si le producteur a des difficultés pour effectuer une mise en parallèle en moins de 10 secondes, on pourra augmenter la temporisation du relais jusqu'à une valeur maximale de 30 secondes.

<b>Protection Type 1.1 pour couplage fugitif</b>	<i>Relais</i>	<i>Mesure</i>	<i>Réglage</i>	<i>Action</i>
<i>Détection des défauts monophasés</i>	Max du $V_0$	$V_0$	$10\% V_n$	instantanée
<i>Détection des défauts polyphasés</i>	Mini de U	3 tensions composées	$85\% U_n$	instantanée
<i>Marche en réseau séparé</i>	Mini de U	3 tensions composées	$85\% U_n$	instantanée
	Max de U	1 tension composée	$115\% U_n$	instantanée
	Mini de f	1 tension composée	47,5 Hz	instantanée
	Maxi de f	1 tension composée	51 Hz	instantanée
<i>Contrôle de la durée de couplage</i>	de temps	Position des appareils	10 à 30 secondes	temporisée

#### 3.2.1.1. Restrictions d'utilisation

La mise en œuvre d'une protection de type 1.1 nécessite une cellule HTA transformateurs de tension.

Accessibilité <b>EXTERNE</b> Copyright EDF 2001		Créé le : 05/12/01  D KLAJA
---	---	-----------------------------------

### 3.2.3. La protection de découplage type 3.1

#### 3.2.3.1. Détection des défauts monophasés HTA

Elle n'est réalisée qu'indirectement par la détection de la marche en réseau séparé consécutive à l'ouverture du départ

#### 3.2.3.2. Détection des défauts polyphasés

Elle est assurée par les trois relais à minimum de tension simple BT à action instantanée.

#### 3.2.3.3. Détection de la marche en réseau séparé

La détection de la marche en réseau séparé est réalisée de deux façons :

- ↳ les 3 relais à minimum de tension simple BT
- ↳ le relais à retour de puissance active

- **Le relais à retour de puissance active**

Pendant la prise de parallèle avec le réseau en absence de défaut, la puissance active produite dans l'installation secourue doit être inférieure à la puissance active consommée (pas de transit de puissance active au point de raccordement du producteur vers le réseau). Dans ces conditions, l'ouverture du départ HTA alimentant le client va provoquer instantanément le transit d'une partie de l'énergie active produite par l'installation vers le réseau proportionnellement au rapport des consommations de l'installation et du départ. La détection de retour de puissance active sera placée au point de livraison avec un seuil supérieur ou égal à 1% ou 2% de la puissance nominale des capteurs du site.

#### 3.2.3.4. Contrôle de la durée des couplages

Un relais temporisé réglé à 10 secondes assure le contrôle de la durée du couplage. Si le producteur a des difficultés pour effectuer une mise en parallèle en moins de 10 secondes, on peut augmenter la temporisation du relais jusqu'à une valeur maximale de 30 secondes.

Type de protection Type 3.1	Relais	Mesure	Réglage	Action
<i>Détection des défauts monophasés</i>	Indirectement par détection de la marche en réseau séparé			
<i>Détection des défauts polyphasés</i>	Mini de V	3 tensions simples BT	85% $V_n$	instantanée
<i>Marche en réseau séparé</i>	Mini de V instantanée	3 tensions simples BT	85% $V_n$	instantanée
	Retour de puissance	Puissance	1 à 2 % $3 \times V_n \times I_{nTC}$	instantanée
<i>Contrôle de la durée de couplage</i>	de temps	Position des appareils	10 à 30 secondes	temporisée

#### 3.2.3.5. Restrictions d'utilisation

Pour garantir un retour de puissance au point de raccordement au passage en régime séparé, la condition suivante sur les puissances mises en jeu sur le départ doit être respectée :

Accessibilité <b>EXTERNE</b> Copyright EDF 2001		Créé le : 05/12/01 D KLAJA
---	---	-------------------------------

$$P_{\text{min départ}} - \sum P_{G \text{ perm}} \geq 3 \sum S_n$$

avec :

$P_{\text{min départ}}$	Puissance minimale appelée par l'ensemble des charges du départ déduction faite de celle de l'installation du client
$\sum P_{G \text{ perm}}$	Somme des puissances maximales pouvant être fournies par les installations de production couplées en permanence sur le départ
$\sum S_n$	Somme des puissances des générateurs de l'installation du client

Compte tenu de l'incertitude liée à l'établissement du bilan des puissances, et afin de limiter le risque de faux couplage, on n'utilisera pas ce type de protection chez un client raccordé sur un départ comportant des réenclenchements rapides (ou en aval d'un DRR).

Ce bilan de puissance peut être modifié par l'évolution des caractéristiques du départ, d'autres sources autonomes pouvant y être raccordées par la suite. Le client ayant décidé de mettre en œuvre une protection de type 3.1, devra être informé de l'éventuelle nécessité de remplacement de sa protection de découplage par un type 1.1.

Cette protection requiert une alimentation auxiliaire indépendante du réseau.

Accessibilité <b>EXTERNE</b> Copyright EDF 2001		Créé le : 05/12/01  D KLAJA
---	---	-----------------------------------



### 3.2.4. La protection de découplage type 3.2

#### 3.2.4.1. Critères de fonctionnement de la protection

Cette protection est une version simplifiée de la 3.1 pour les installations comportant une inversion partielle d'alimentation.

La détection de la marche en réseau séparé est réalisée par un relais à retour de puissance active, la détection de retour de puissance active sera effectuée au point de livraison avec un seuil supérieur ou égal à 1% ou 2% de la puissance nominale des capteurs du site.

Type de protection Type 3.2	Relais	Mesure	Réglage	Action
Détection des défauts monophasés	Indirectement par détection de la marche en réseau séparé			
Marche en réseau séparé	Retour de puissance	Puissance	1 à 2 % $3 \times V_n \times I_{nTC}$	instantanée

#### 3.2.4.2. Restrictions d'utilisation

L'accès à l'inverseur associé à cette protection doit être scellé par le Distributeur.  
Cette protection requiert une alimentation auxiliaire indépendante du réseau.

Accessibilité <b>EXTERNE</b> Copyright EDF 2001		Créé le : 05/12/01  D KLAJA
---	---	-----------------------------------

### 3.2.5. La protection de découplage type 3.3

Cette protection est destinée au découplage des moteurs présentant une forte inertie tel que les groupes tampon destinés à l'alimentation de charges prioritaires.

#### 3.2.5.1. Détection des défauts monophasés HTA

Elle n'est réalisée qu'indirectement par la détection de la marche en réseau séparé consécutive à l'ouverture du départ

#### 3.2.5.2. Détection des défauts polyphasés

Elle est assurée par les trois relais à minimum de tension simple BT à action temporisée.

#### 3.2.5.3. Détection de la marche en réseau séparé

La détection de la marche en réseau séparé est réalisée de deux façons :

- ↳ le relais à minimum de tension simple BT placé en amont de l'appareil de coupure du moteur
- ↳ le relais à minimum de puissance active

- Le relais à minimum de puissance active

En absence de défaut sur le réseau, la puissance active consommée par le moteur doit être supérieure au seuil de déclenchement du relais de puissance active consommée.

Dans ces conditions, l'ouverture du départ HTA alimentant le client va provoquer instantanément la diminution de cette consommation. La détection de retour de puissance active sera placée sur l'alimentation du moteur avec un seuil voisin de 60 % de la puissance active minimale du moteur.

Type de protection Type 3.3	Relais	Mesure	Réglage	Action
<i>Détection des défauts monophasés</i>	Indirectement par détection de la marche en réseau séparé			
<i>Détection des défauts polyphasés</i>	Mini de V	1 tension simple BT	80 % $V_n$	Temporisée < 1,5 seconde
<i>Marche en réseau séparé</i>	Mini de V instantanée	1 tension simple BT	80% $V_n$	Temporisée < 1,5 seconde
	Mini de puissance	Puissance	60 % Puissance active minimale du moteur	Temporisée < 1,5 seconde

#### 3.2.5.4. Restrictions d'utilisation

Cette protection requiert une alimentation auxiliaire indépendante du réseau. La temporisation doit être inférieure à 1.5 seconde et compatible au démarrage éventuel d'une autre source sur le même arbre tel que l'embrayage d'un moteur thermique.

Accessibilité <b>EXTERNE</b> Copyright EDF 2001		Créé le : 05/12/01  D KLAJA
---	---	-----------------------------------

### 3.2.6. La protection de découplage type 3.4

Cette protection est une variante de la 3.3 pour les installations comportant un moteur accouplé à autre source d'énergie tel que turbine hydraulique entraînant la même charge.

#### 3.2.6.1. Détection des défauts monophasés HTA

Elle n'est réalisée qu'indirectement par la détection de la marche en réseau séparé consécutive à l'ouverture du départ

#### 3.2.6.2. Détection des défauts polyphasés

Elle est assurée par les trois relais à minimum de tension simple BT à action instantanée.

#### 3.2.6.3. Détection de la marche en réseau séparé

La détection de la marche en réseau séparé est réalisée de deux façons :

- ↳ le relais à minimum de tension simple BT placé en amont de l'appareil de coupure du moteur
- ↳ le relais à minimum de puissance active

Type de protection Type 3.3	Relais	Mesure	Réglage	Action
<i>Détection des défauts monophasés</i>	Indirectement par détection de la marche en réseau séparé			
<i>Détection des défauts polyphasés</i>	Mini de V	1 tension simple BT	80 % $V_n$	Instantanée
<i>Marche en réseau séparé</i>	Mini de V instantanée	1 tension simple BT	80% $V_n$	Instantanée
	Mini de puissance	Puissance	60 % Puissance active minimale du moteur	Temporisée < 0,3 seconde

#### 3.2.6.4. Restrictions d'utilisation

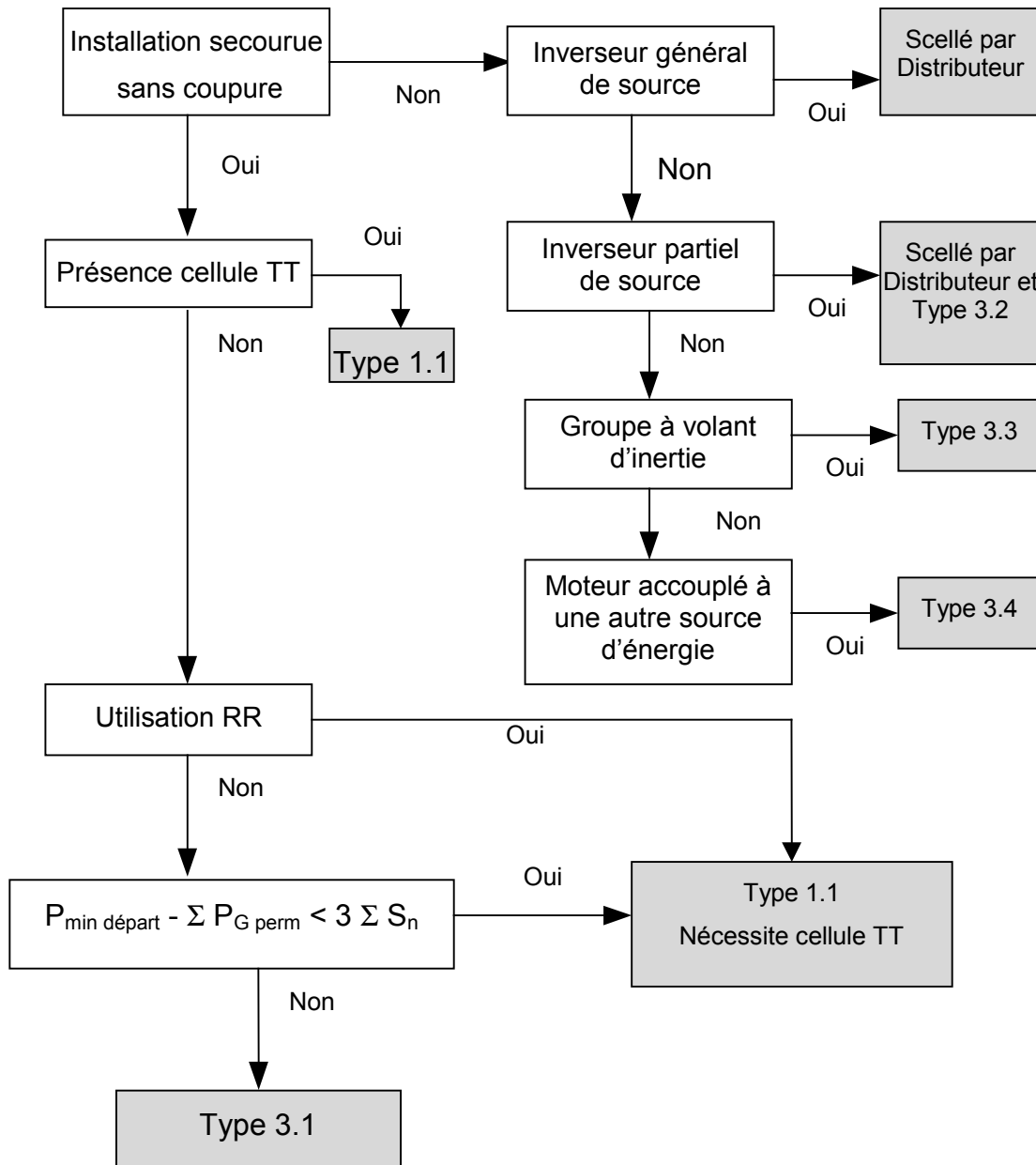
Cette protection ne requiert pas d'alimentation auxiliaire indépendante du réseau. La temporisation du relais de puissance doit être inférieure à 0,3 seconde.

#### 3.2.7. Critères de choix

Compte tenu des meilleures performances des protections de type 1.1 et des évolutions du réseau de distribution publique qui pourraient remettre en question le choix d'une protection de type 3.1, on privilégiera le choix de la protection 1.1.

En particulier, on retiendra systématiquement une protection de type 1.1 dès lors que l'installation client dispose d'une cellule TT.

Accessibilité <b>EXTERNE</b> Copyright EDF 2001		Créé le : 05/12/01  D KLAJA
---	---	-----------------------------------



### 3.2.8. Insertion des protections

Ces protections de type 1.1, 2.1, 3.1 et 3.2 sont installées dans le poste de livraison ou à proximité immédiate.

Les protections de type 3.3 et 3.4 qui sont dévolues à un moteur peuvent être placées à proximité du coffret de contrôle commande relayage de ce moteur.

Les autres conditions d'insertion sont celles mentionnées au paragraphe 2.8. Pour le choix du matériel de ces types de protection, il faut se référer aux dispositions du paragraphe 2.9.

L'appareillage de couplage / découplage doit respecter les règles indiquées aux paragraphes 2.10 et 2.11.

Les particularités des protections pour couplage fugitif de type 1 2 ou 3 sont indiquées ci-après.

#### 3.2.8.1. Contrôle de la durée de couplage

Lors de la reprise de l'installation client par les groupes de production, la phase de couplage fugitif démarre à la fermeture de l'appareil de couplage commun au(x) groupe(s) de production et se termine à l'ouverture de l'appareil de mise en parallèle de l'installation au réseau. Cet appareil peut être différent de l'appareil commandé par la protection de découplage.

Lors de la reprise de l'installation client par le réseau de distribution, la phase de couplage fugitif démarre à la fermeture de l'appareil de mise en parallèle de l'installation au réseau et se termine à l'ouverture de l'appareil de couplage commun au(x) groupe(s).

Le contrôle de la durée de couplage porte sur chacune de ces deux phases de couplage fugitif. Le relais de contrôle de la durée de couplage est commandé à émission de tension par des contacts répéteurs de position des appareils de couplage.

Ce relais doit être situé dans l'armoire protection de découplage.

#### 3.2.8.2. Inhibition de la protection de découplage

Généralement, l'inhibition de l'action des protections de découplage de type 1.1 et 3.1 est à réaliser en dehors des périodes de couplage fugitif au réseau de distribution publique, c'est à dire en dehors de la période de démarrage des groupes par un contact répéteur de position ouverte des organes de couplage des générateurs. Une alimentation auxiliaire permanente et indépendante du réseau de distribution est alors nécessaire.

L'inhibition des protections de type 3.3 et 3.4 doit être assurée de façon à permettre le démarrage des moteurs.

La fonction d'inhibition est commandée à émission de tension. Une signalisation sur la protection de découplage doit obligatoirement être associée à cette fonction.

En cas de réalisation par relayage, le relais doit être placé dans l'armoire protection de découplage. L'inhibition doit alors shunter la chaîne des contacts de la protection de découplage afin d'assurer une surveillance du bon état de fonctionnement du relais auxiliaire de découplage.

#### 3.2.8.3. Spécifications des circuits de mesure des protections de type 3

Le entrées de mesure de la protection de découplage sont alimentés à partir des circuits de mesure issus du comptage du client ou le cas échéant de l'alimentation du moteur :

- à partir des tensions simples pour :
  - ✓ le relais à minimum de tension,

<p>Accessibilité <b>EXTERNE</b> Copyright EDF 2001</p>		<p>Créé le : 05/12/01  D KLAJA</p>
--	---	--

- ✓ le relais à retour de puissance (ou tension composée selon type de relais)
- à partir des circuits intensité pour :
  - ✓ le relais à retour de puissance (méthode des 2 wattmètres ou de l'intensité directionnelle)
- La puissance de précision des réducteurs d'intensité doit être adaptée à la puissance apparente totale des circuits ci-dessus. Un bilan est indispensable.
- Le boîtier de la protection doit être équipé de boîtes d'essai tension et intensité scellées par le Distributeur.

Nota :

Le raccordement au circuit du comptage BT implique une réalisation en classe 2 (double isolement).

#### 3.2.8.4. Alimentation auxiliaire des protections de type 3.

Les protections de type 3.1 et 3.4 peuvent être alimentées par une tension simple alternative 230 V issue du transformateur de puissance HTA/BT, elles doivent être alimentées par l'installation et raccordées en amont de l'appareil de découplage ou de coupure du moteur.

Toutefois, une alimentation auxiliaire permanente et indépendante du réseau de distribution est recommandée pour la protection de type 3.1 pour la réalisation de son inhibition.

Les protections de type 3.2 et 3.3 requièrent une source d'alimentation indépendante du réseau.

Accessibilité <b>EXTERNE</b> Copyright EDF 2001		Créé le : 05/12/01  D KLAJA
---	---	-----------------------------------