

## **Étude de l'impact sur la tenue thermique et sur le plan de tension des ouvrages en réseau pour le raccordement d'une production décentralisée en HTA.**

### **Résumé**

Ce document décrit l'étude de l'impact sur la tenue thermique et sur le plan de tension des ouvrages en réseau pour le raccordement d'une production décentralisée en HTA. De plus il présente les tables pratiques de choix de section économique des câbles HTA

Les dispositions du présent document s'appliquent à toute installation de production devant faire l'objet d'un premier raccordement à un réseau public de distribution d'électricité dès lors que le gestionnaire de ce réseau n'a pas transmis au producteur, pour ce raccordement, d'offre de raccordement antérieurement au 25 avril 2008. Elles s'appliquent également aux installations de production existantes subissant une modification substantielle, laquelle est définie dans les articles 1 et 2 de l'arrêté du 23 avril 2008, dès lors que le gestionnaire du réseau public de distribution d'électricité n'a pas transmis au producteur, pour cette modification, d'offre de raccordement antérieurement à cette même date..

<b>Version</b>	<b>Date de la version</b>	<b>Nature de la modification</b>
V0	20 décembre 2010	Création du document
V1		Mise à jour

# Sommaire

## Sommaire 1

### 1. Objet de l'étude 2

### 2. Hypothèses 2

2.1. *Modélisation* 2

2.2. *Données d'entrée* 2

2.3. *Conditions à respecter* 2

2.3.1. Dispositions générales 2

2.3.2. Tenue thermique des ouvrages HTA 2

2.3.3. Dispositions constructives sur les installations 3

### 3. Détermination de la solution de raccordement 4

3.1. *Hypothèses sur le réseau* 4

3.1.1. Conducteurs HTA 4

3.1.2. Consommations 4

3.1.3. Données de réglage du plan de tension 4

3.2. *Hypothèses sur les producteurs* 4

3.2.1. Convention utilisée 4

3.2.2. Producteurs Existants 5

3.2.3. Producteurs en Attente 5

3.2.4. Producteur Etudié 5

3.3. *Choix de la section de l'Antenne de raccordement* 6

3.4. *Détection et levée des contraintes sur les niveaux de tension* 6

3.5. *Détection et levée des contraintes sur les niveaux de transit* 7

3.6. *Détermination de la plage de fonctionnement en réactif* 7

## 1. Objet de l'étude

L'objet de l'étude est de vérifier la tenue thermique des ouvrages de raccordement, le respect des limites hautes des tensions HTA et BT desservies par ce raccordement dans les conditions de production active injectée sur le réseau et les besoins de fourniture au réseau de puissance réactive. Les conditions propres à la mise en oeuvre d'une régulation de tension ne sont pas développées ci-dessous. On se limite à réaliser les vérifications en période de faible consommation en considérant une régulation en tangente  $\varphi$ .

Conformément à la procédure de traitement, toute demande de raccordement HTA pouvant avoir un impact sur le réseau public de transport (RPT) est signalée à RTE afin qu'il vérifie l'absence de contraintes ou précise les adaptations nécessaires sur le réseau.

Les dispositions du présent document s'appliquent à toute installation de production devant faire l'objet d'un premier raccordement à un réseau public de distribution d'électricité dès lors que le gestionnaire de ce réseau n'a pas transmis au producteur, pour ce raccordement, d'offre de raccordement<sup>1</sup> antérieurement au 25 avril 2008. Elles s'appliquent également aux installations de production existantes subissant une modification substantielle, laquelle est définie dans les articles 1 et 2 de l'arrêté du 23 avril 2008, dès lors que le gestionnaire du réseau public de distribution d'électricité n'a pas transmis au producteur, pour cette modification, d'offre de raccordement antérieurement à cette même date..

## 2. Hypothèses

### 2.1. Modélisation

Les calculs doivent établir :

- le profil de tension HTA en tout point du réseau,
- la tension en tête des départs BT des postes de distribution publique (DP).

### 2.2. Données d'entrée

L'étude est réalisée systématiquement si le raccordement est prévu sur un ouvrage de distribution existant ou nouveau (départ ou poste source).

### 2.3. Conditions à respecter

#### 2.3.1. Dispositions générales

Pour les ouvrages, les principes à retenir sont :

- les ouvrages utilisés pour le raccordement doivent présenter une intensité maximale admissible en régime permanent pendant la période de fonctionnement supérieure au transit maximal résultant des productions et consommations,
- les ouvrages à construire pour le raccordement du site doivent présenter une section économique déterminée en prenant en compte les pertes de transit et la structure du réseau,
- le raccordement doit permettre d'assurer la desserte dans les limites des écarts contractuels ou réglementaires de tension HTA et BT dans toutes les conditions prévisibles de production et de consommation ; seules les contraintes apparaissant sur le raccordement principal (départ HTA et transformateur HTB/HTA disponibles) en schéma normal et secourant d'exploitation seront levées par une adaptation d'ouvrage ou une modification du point de raccordement.

#### 2.3.2. Tenue thermique des ouvrages HTA

L'étude est réalisée en prenant en compte la période de fonctionnement envisagée selon la tenue thermique des matériels intégrant notamment les conditions de pose.

### 2.3.3. Dispositions constructives sur les installations

L'arrêté ministériel du 23 avril 2008 précise dans son article 10 :

*Toute installation de production raccordée au réseau public de distribution d'électricité HTA doit pouvoir fournir ou absorber, au point de livraison, les puissances réactives minimales fixées comme ci-après :*

*a) Lorsque la tension au point de livraison est égale à la tension contractuelle plus ou moins 5 %, l'installation de production qui délivre la puissance  $P_{max}$  doit pouvoir également, sans limitation de durée, fournir une puissance réactive au moins égale à  $0,4 \times P_{max}$  ou absorber une puissance réactive au moins égale à  $0,35 \times P_{max}$  ;*

*b) Lorsque la tension au point de livraison s'écarte de la tension contractuelle comme il est dit à l'article 13, l'installation de production doit pouvoir moduler sa production ou sa consommation de puissance réactive dans les limites d'un domaine de fonctionnement minimal défini dans la documentation technique de référence du gestionnaire du réseau public de distribution d'électricité sous la forme d'un diagramme [U, Q].*

*Toutefois, lorsque la capacité de l'installation de production à fournir ou à absorber de la puissance réactive n'est acquise, en totalité ou pour partie, que par l'intermédiaire de l'adjonction d'équipements accessoires, soit à l'intérieur du site de l'installation de production, soit, à titre exceptionnel, en complément des équipements existants du réseau public de distribution d'électricité, l'installation de production peut être initialement raccordée sans ces équipements accessoires, dès lors que l'étude mentionnée à l'article 3 démontre que ceux-ci ne sont pas immédiatement nécessaires. Cette dérogation est subordonnée à l'engagement du producteur à pourvoir ultérieurement à l'adjonction des équipements accessoires susmentionnés à la demande, assortie d'un préavis, du gestionnaire du réseau public de distribution d'électricité. Cet engagement, les cas pouvant nécessiter sa mise en oeuvre, ainsi que le préavis précité doivent figurer dans la convention de raccordement.*

*Dans tous les cas, la puissance réactive réellement fournie ou absorbée par l'installation de production dans les limites mentionnées aux a et b et le mode de régulation sont déterminés par le gestionnaire du réseau de distribution d'électricité conformément aux principes mentionnés dans sa documentation technique de référence en fonction des impératifs de gestion du réseau. Les dispositions du présent alinéa sont précisées en tant que de besoin dans les conventions de raccordement et d'exploitation.*

Ces dispositions constructives sont applicables pendant la durée d'exécution de la convention de raccordement. Toutefois, le producteur peut choisir de satisfaire, pour la mise en service du Site, aux dispositions constructives minimales compatibles avec les exigences d'ESR en terme de fourniture de puissance réactive précisées dans le Contrat d'Accès au Réseau.

Par la suite, il est considéré que le producteur doit pouvoir augmenter ou diminuer la production ou la consommation de réactif dans les limites de l'arrêté du 23 avril 2008 (c.a.d. [-0,35 ; 0,4]) afin de satisfaire au respect des plages de tension définies :

- pour la BT, par les engagements de l'arrêté du 24 décembre 2007 pris en application du décret n°2007-1826 du 24 décembre 2007 relatif aux niveaux de qualité et aux prescriptions techniques en matière de qualité des réseaux publics de distribution et de transport d'électricité,
- pour la HTA, par les engagements des contrats comportant les clauses d'accès au réseau.

### 3. Détermination de la solution de raccordement

#### 3.1. Hypothèses sur le réseau

Les éventuelles contraintes d'intensité et de tension doivent être étudiées avec tous les producteurs à production maximale (y compris les producteurs dans la file d'attente) et à consommation minimale, le réseau étant en schéma normal et secourant d'exploitation.

##### 3.1.1. Conducteurs HTA

Les impédances et la tenue thermique des conducteurs figurent dans les comptes rendus de résultats d'études.

##### 3.1.2. Consommations

La puissance active consommée du départ du producteur est *minimale*. La consommation minimale du départ sera déterminée par application d'un coefficient de réduction R sur la P\*max :

- $R = \text{ratio [Pmin réelle sur la période de production / P*max]}$  du départ HTA du producteur
- à défaut  $R = \text{ratio [Pmin réelle sur la période de production / P*max]}$  du transfo HTB/HTA
- à défaut  $R = 0,2$

A défaut de mesure précise de tangente  $\varphi$ , les charges consommatrices existantes seront considérées à tangente  $\varphi = 0,4$ .

##### 3.1.3. Données de réglage du plan de tension

L'étude d'impact sur la tension est réalisée avec les hypothèses reflétant les réglages existants au poste source, et avec des prises optimisées sur les transformateurs HTA/BT.

L'étude prend en compte un incrément de 1% du à la chaîne de mesure et au fonctionnement discret du régulateur. La tension de consigne au poste source est optimisée en fonction du profil de tension sur la HTA et la BT aux différents profils de charge, cette valeur ne peut pas être modifiée.

Si la tension de consigne du régulateur au poste source est fixe, le calcul doit prendre en compte la valeur de consigne existante  $U_0$ . On ne baisse pas la tension de consigne sauf s'il y a surtension à l'état initial.

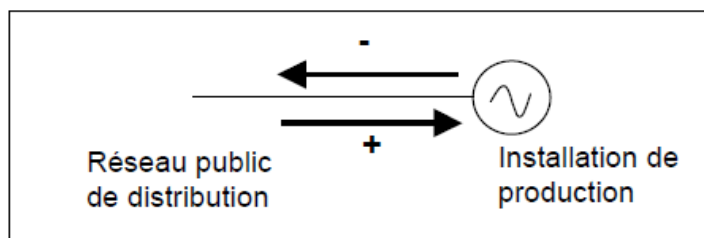
Si la tension de consigne du régulateur au poste source est variable avec la charge (compoundage), la tension de consigne de référence est prise égale à  $U^0_0 = U_0 + (P_{\min}/P_{\max}) * T_{\text{compoundage}}$  avec :

- $U_0$  consigne de tension à vide du régulateur,
- $U_{\text{consigne}}$  consigne de tension à pleine charge,
- $T_{\text{compoundage}} = U_{\text{consigne}} - U_0$ .

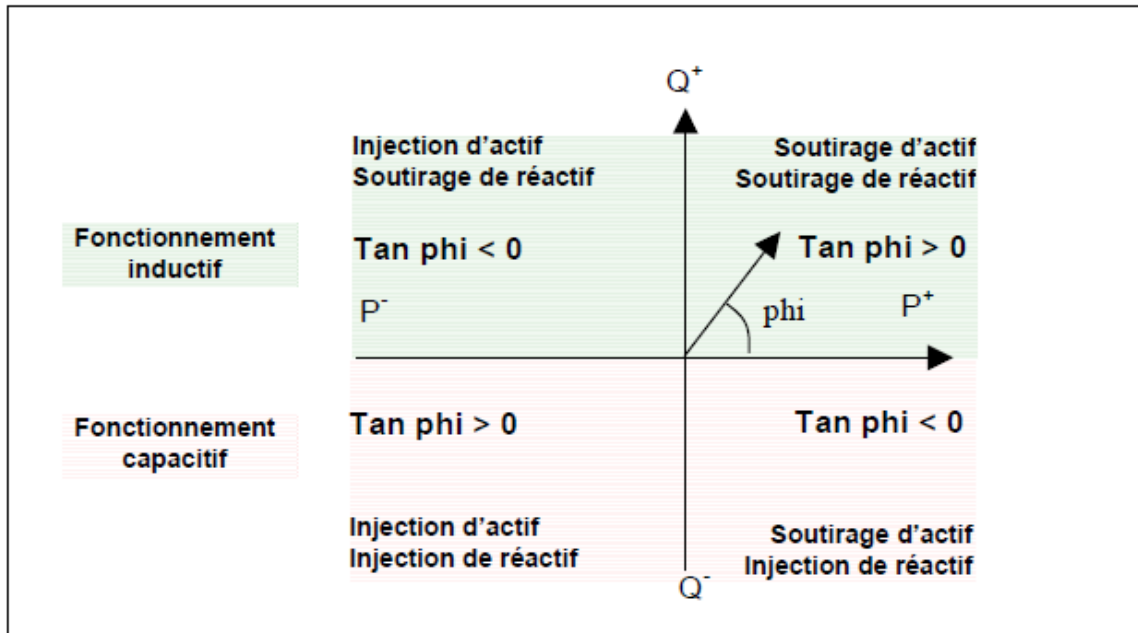
#### 3.2. Hypothèses sur les producteurs

##### 3.2.1. Convention utilisée

Les figures ci-dessous présentent la convention utilisée pour l'injection (ou la fourniture) et le soutirage (ou la consommation) d'énergie.



	Puissance et énergie active	Puissance énergie réactive
Injection	$P^-$ et $EP^-$	$Q^-$ et $EQ^-$
Soutirage	$P^+$ et $EP^+$	$Q^+$ et $EQ^+$



### 3.2.2. Producteurs Existants

Chaque Producteur Existant est pris en compte de la façon suivante :

- la puissance active maximale injectée pendant la période étudiée,
- la valeur de fourniture de réactif figurant dans les clauses d'Accès au Réseau (Contrat d'Achat avant loi 2000 ou CARD I) pour la période de faible charge pendant la période étudiée.

Si la valeur de réactif n'est pas indiquée pour la période d'étude considérée, on retiendra tangente  $\varphi = 0$ .

### 3.2.3. Producteurs en Attente

Chaque Producteur en Attente est pris en compte de la façon suivante :

- la puissance active maximale qu'il est en mesure d'injecter pendant la période étudiée.
- la valeur maximale de tangente  $\varphi$  de fonctionnement issue de l'étude.

### 3.2.4. Producteur Étudié

Le Producteur Étudié est pris en compte pour la puissance maximale qu'il est en mesure d'injecter sur le réseau pendant la période étudiée. Cette puissance de production maximale nette livrée au réseau public de distribution correspond à la puissance de raccordement en injection.

*NB : Cette puissance est calculée par le demandeur à partir de la puissance nominale de fonctionnement des ouvrages de production installés déduction faite de la consommation minimale des auxiliaires et des autres consommations minimales uniquement si ces dernières soutirent conjointement lors des périodes de production.*

Selon l'impact de la puissance active sur le plan de tension la vérification de l'énergie réactive sera basée sur une valeur mensuelle ou 10 minutes. Cet impact est évalué au point de livraison sur la base de l'influence sur la tension de la puissance active maximale injectée par l'installation de production selon la formule

$$\frac{\Delta U}{U} = \frac{R_{cc} * P_{\max prod}}{U^2} \quad U \text{ étant la tension de fourniture (généralement 20 000 volts). et } R_{cc} \text{ la partie}$$

résistive de l'impédance du réseau public de distribution au point de livraison (ou au point commun de couplage).

- Si  $\frac{\Delta U}{U} \leq 2,5\%$  la vérification de l'énergie réactive sera basée sur une valeur mensuelle,
- Si  $\frac{\Delta U}{U} > 2,5\%$  la vérification de l'énergie réactive sera basée sur des valeurs 10 minutes.

*Puissance active maximale injectée sur le réseau = **Puissance de raccordement (Pmax prod)***

Puissance de Raccordement = puissance calculée par le producteur à partir de la puissance nominale de fonctionnement des machines installées, déduction faite de la consommation minimale des auxiliaires ainsi que des autres besoins minimaux de consommation.

*Puissance réactive injectée ou soutirée sur le réseau*

Les hypothèses de fourniture ou de soutirage de puissance réactive sur le réseau sont formulées en tangente  $\varphi$  de production égale au rapport de la puissance réactive injectée ou absorbée au PDL sur la puissance active injectée au PDL, en tenant compte de la plage de régulation de cette puissance réactive.

*Tangente phi naturelle*

La tangente phi naturelle d'une rame HTA est la tangente phi de cette rame sans action de condensateurs. Si des condensateurs sont en service sur une rame HTA, la tangente phi naturelle de cette rame est la tangente phi qui serait mesurée sur la rame si les condensateurs n'étaient pas présents.

La nouvelle installation de production ne doit pas dégrader la tangente phi naturelle de la rame HTA à laquelle elle est rattachée. En conclusion pratique, les calculs intègrent par défaut dans les limites du plan de tension une puissance réactive maximale injectée égale à :

- Si  $P_{max\ prod} \leq P_{min\ rame}$ ,  $Q = \text{tangente } \varphi \text{ max (naturelle de la rame sans la production)} \times P_{prod}$
- Si  $P_{max\ prod} > P_{min\ rame}$ ,  $Q = \text{tangente } \varphi \times P_{prod}$ , avec  $\text{tangente } \varphi = Q_{max\ naturel\ rame} / P_{max\ prod}$
- Dans tous les cas, il pourra être demandé de ne pas produire de réactif, voire d'en consommer, dans les périodes où le réactif de la rame HTA est négatif.

*Note : Que le Producteur Etudié soit un producteur pur ou un client producteur, la tangente  $\varphi$  de calcul est considérée au PDL (et non pas dans son installation intérieure). La tangente  $\varphi$  demandée sera toujours comprise entre les valeurs de -0,35 et + 0,4. Elle ne peut en aucun cas être en dehors de cette plage réglementaire.*

### **3.3. Choix de la section de l'Antenne de raccordement**

L'annexe A précise la méthode de détermination de la section économique de l'Antenne de raccordement.

### **3.4. Détection et levée des contraintes sur les niveaux de tension**

La vérification porte sur les engagements relatifs à :

- La tension des clients HTA raccordés, tension haute devant être inférieure ou égale à  $U_c + 5\%$  ( $U_c = \text{tension contractuelle figurant au Contrat d'Accès}$ ),
- La tension BT délivrée par les postes DP, tension haute devant être inférieure ou égale à 253V, soit  $U_n + 10\%$  ( $U_n = \text{tension nominale telle que décrite dans l'arrêté du 24 décembre 2007}$ ) pour la basse tension BT, 230/400 volts, soit 230 volts en monophasé, c'est-à-dire entre l'une quelconque des trois phases et le neutre et 400 volts en triphasé, c'est-à-dire entre deux quelconques des trois phases ; s'il existe en plus un producteur raccordé en BT sur un des postes DP desservis par le départ du Producteur Etudié, il est nécessaire de vérifier que le raccordement ne provoque pas d'élévation de tension inacceptable sur le réseau BT concerné.

Lorsqu'une contrainte de tension haute HTA et/ou BT est détectée, on cherche à la lever :

- en première étape en réduisant le réactif fourni par les installations de production de façon à ce que la valeur de la puissance réactive injectée par l'ensemble des producteurs sur les départs compense la puissance réactive appelée par les charges, soit  $0,4 \times P_{\min}$  du départ. Cette approche a pour objet de rechercher à minimiser les pertes sur le départ,
- si cette première étape ne permet pas de résoudre la contrainte de tension haute, on recherchera à résoudre cette contrainte en réduisant le niveau de réactif fourni par les installations de production, voir à demander un soutirage de réactif en période de faible charge. Cette approche ne permet pas de minimiser les pertes sur le départ. L'étude sera effectuée en retenant des valeurs de tangente dans les limites des dispositions constructives mentionnées dans les textes réglementaires auxquels sont soumis les différentes installations de production. Toutefois il est possible de retenir une valeur de tangente  $\varphi$  en dehors des limites des dispositions constructives de l'installation à la demande du producteur et avec l'accord de ERDF dès lors que cette dernière permet de lever les contraintes sur les niveaux de tension sans générer d'autres contraintes,
- Il sera aussi possible de resserrer la bande de fonctionnement du réactif (afin qu'elle puisse lever les contraintes et rester du même signe) à la demande du producteur,
- pour une contrainte apparaissant en HTA et/ou en BT par adaptation du raccordement du producteur : si utilisation d'un départ HTA existant, adaptation de ce départ, déplacement du point de raccordement vers le poste source, création d'un départ direct au poste source.

### **3.5. Détection et levée des contraintes sur les niveaux de transit**

Les calculs sont réalisés sur le raccordement du producteur comprenant le transformateur HTB/HTA du poste source et tous les tronçons du départ HTA de raccordement décrits dans la base de données HTA à leur tenue thermique. La vérification porte sur :

- le respect des tenues thermiques au transit permanent,
- la limitation des pertes de transit par le choix d'une section économique pour les ouvrages à créer ou à renforcer (Cf annexe A).

Si une contrainte de transit HTA est détectée, on cherche à la lever par adaptation du raccordement du producteur ; adaptation départ, départ direct au poste source....

### **3.6. Détermination de la plage de fonctionnement en réactif**

#### Nota 1

Dans un cas d'utilisation d'un régulateur de tangente  $\varphi$ , la fourniture (ou le soutirage) de réactif ne peut être fixée sous forme d'une valeur fixe, mais sous la forme d'une plage permettant à l'installation de réguler sans dépasser les dispositions contractuelles :

- la plage de fourniture de réactif est fixée à  $[-0,35 \times P_{\max}; 0,4 \times P_{\max \text{ prod}}]$ .

#### Nota 2

Dans tous les cas, la puissance maximale active injectée et soutirée sur le réseau éventuellement limitée à une période de l'année et la plage de réglage de la puissance réactive correspondante issue de l'étude de raccordement devront être mentionnées dans le contrat d'injection et les convention de raccordement et d'exploitation.

Les valeurs des consignes et les conditions de fourniture de puissance réactive sont indiquées par le contrat d'injection et rappelées dans la convention d'exploitation.