



---

---

**RÉFÉRENTIEL TECHNIQUE****CONTRÔLES DES PERFORMANCES AVANT LA MISE EN EXPLOITATION  
DEFINITIVE DES INSTALLATIONS DE PRODUCTION D'ÉNERGIE  
ÉLECTRIQUE RACCORDÉES EN HTB  
DANS LES SYSTÈMES ÉLECTRIQUES INSULAIRES**

Identification : **Référentiel Technique – SEI REF 08**  
Version : **V1**

Nb de pages : **29**  
Nb d'annexes :

---

---

| <b>Version</b> | <b>Date<br/>d'application</b> | <b>Nature de la modification</b> | <b>Annule et<br/>remplace</b> |
|----------------|-------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| 1              | 23/02/2012                    | Version initiale                 |                               |
|                |                               |                                  |                               |
|                |                               |                                  |                               |
|                |                               |                                  |                               |

**RESUME / AVERTISSEMENT**

*Le présent référentiel précise les modalités pratiques de réalisation des essais devant être effectués lors de la mise en service d'une installation de production raccordée au réseau public HTB des zones non interconnectées de Corse et des quatre départements d'Outre-Mer, Guadeloupe, Guyane, Martinique, Réunion.*

*Il précise les conditions de réalisation de ces essais ainsi que les critères d'acceptation correspondants*

*Ce référentiel s'applique à tous les producteurs raccordés en HTB, de manière transparente, objective et non discriminatoire. Il est publié sur le site Internet d'EDF SEI.*

# Sommaire

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>OBJET DU DOCUMENT</b>  | <b>3</b>  |
| <b>2</b> | <b>DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE</b>   | <b>3</b>  |
| <b>3</b> | <b>DÉFINITIONS</b>  | <b>3</b>  |
| <b>4</b> | <b>MISE EN OEUVRE</b>   | <b>4</b>  |
| <b>5</b> | <b>FICHES ESSAIS</b>  | <b>5</b>  |
|          | <b>SYSTEMES DEDIES AUX ECHANGES D'INFORMATION</b>                     | <b>6</b>  |
|          | <b>COUPLAGE AU RÉSEAU</b>   | <b>8</b>  |
|          | <b>VARIATIONS DE LA PRODUCTION</b>                                    | <b>10</b> |
|          | <b>RÉGULATION PRIMAIRE DE FRÉQUENCE RÉSERVE PRIMAIRE</b>              | <b>12</b> |
|          | <b>RÉGULATION PRIMAIRE DE TENSION CAPACITES EN PUISSANCE REACTIVE</b> | <b>17</b> |
|          | <b>RÉGULATION PRIMAIRE DE TENSION STABILITE</b>                       | <b>20</b> |
|          | <b>ÎLOTAGE ET RECOUPLAGE PAR LA HTB</b>                               | <b>22</b> |
|          | <b>RENOI DE TENSION</b>   | <b>24</b> |
|          | <b>DÉMARRAGE EN MODE AUTONOME</b>                                     | <b>26</b> |
|          | <b>QUALITÉ DE LA TENSION</b>  | <b>28</b> |

# 1 OBJET DU DOCUMENT

Les contrôles avant mise en exploitation définitive d'une installation de production d'énergie électrique permettent de s'assurer que ses performances sont conformes aux prescriptions réglementaires et contractuelles. Tout écart par rapport aux spécifications peut conduire à affecter la sûreté du système électrique et/ou la sécurité des personnes et des biens.

L'objet de ce document est de présenter les contrôles types auxquels doit être soumise l'installation de production d'énergie électrique avant sa mise en exploitation définitive sur le réseau.

Ces fiches de contrôles concernent toute installation de production se raccordant en HTB dans les Systèmes Electriques Insulaires. Dans la première version de ce document, seules sont présentées les fiches relatives aux installations disposant de machines électrogènes à base d'alternateur synchrone directement couplé au réseau triphasé. Les fiches relatives aux machines électrogènes comportant une interface avec le réseau à base d'électronique de puissance (installations photovoltaïques, installations éoliennes, ...) seront intégrées dans une version ultérieure de ce document.

Ces contrôles sont constitués d'essais types qui peuvent être adaptés aux particularités de l'installation.

## 2 DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

- « REFERENTIEL TECHNIQUE HTB - Relatif aux prescriptions techniques de conception et de fonctionnement pour le raccordement d'une installation de production d'énergie électrique au réseau public HTB  $\geq 50$  kV des Zones Non Interconnectées » - SEI REF 01
- « REFERENTIEL TECHNIQUE – Paramètres Clés pour la sûreté des systèmes électriques insulaires » - SEI REF 05

## 3 DÉFINITIONS

On trouvera ci-après les définitions des différents termes relatifs aux services « système » adaptés aux systèmes électriques insulaires.

### RÉGULATION PRIMAIRE

Régulation primaire de vitesse : La régulation primaire de vitesse (ou de fréquence) a pour but fondamental, en maintenant la fréquence proche de sa valeur de référence 50 Hz, de maintenir l'équilibre Production / Consommation, en agissant sur la puissance produite par les groupes.

Cette action est effectuée automatiquement sur chaque groupe de production par son régulateur dit « régulateur primaire de vitesse », à partir d'une consigne de puissance affichée par un opérateur en salle de commande, et en fonction de l'écart de vitesse constaté par rapport à la vitesse nominale correspondant à 50 Hz.

Régulation primaire de tension : La régulation primaire de tension a pour but de régler et de maintenir la tension aux bornes du stator de l'alternateur pour le faire participer au réglage de la tension du réseau HTB, en agissant sur le courant d'excitation des alternateurs synchrones. Ceci a pour conséquence de modifier la puissance réactive produite (ou absorbée) par les alternateurs, et donc, l'équilibre Production / Consommation de puissance réactive du système .

Cette action est effectuée automatiquement sur chaque alternateur par le régulateur dit « régulateur primaire de tension », en fonction des écarts de tension constatés par rapport à une consigne affichée par un opérateur en salle de commande.

#### PUISSANCE ACTIVE MAXIMALE ( $P_{\max}$ ) D'UNE INSTALLATION DE PRODUCTION

Valeur contractuelle définissant la puissance active maximale nette que fournira l'installation de production au point de livraison en fonctionnement normal, les réserves de réglage fréquence/puissance étant utilisées à leurs limites constructives. Selon le type d'installation,  $P_{\max}$  peut varier suivant des conditions externes comme la température de l'air ou de l'eau de refroidissement ou le combustible utilisé par exemple. La valeur maximale qu'elle peut atteindre est désignée par  $\Pi_{\max}$ .

#### PUISSANCE MINIMALE EN PERMANENCE ( $P_{\min}$ )

Valeur minimale de la puissance active à laquelle l'installation de production peut fonctionner de manière permanente sans limitation de durée, sans restriction d'aucune sorte (notamment en terme de respect des VLE).

#### PUISSANCE MINIMALE TECHNIQUE ( $P_{\text{stable min}}$ )

Valeur minimale de la puissance active à laquelle l'installation de production peut techniquement fonctionner de manière stable, mais pour une durée limitée (par exemple, la quantité de polluants rejetés dans l'atmosphère peuvent être au-dessus des VLE).

#### VALEURS LIMITES D'EMISSION (VLE)

Valeurs maximales de débit de rejet de certains polluants atmosphériques –  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_x$ , poussières, ... – qui ne doivent pas être dépassées et mentionnées dans l'autorisation d'exploiter – ministérielle ou préfectorale – l'installation.

## 4 MISE EN OEUVRE

Les contrôles avant mise en exploitation définitive sont spécifiés par le Gestionnaire du Réseau sous forme de fiches annexées à la convention de raccordement. Ces fiches reprennent celles figurant dans le présent document, adaptées à l'installation de production devant se raccorder.

C'est le Producteur qui effectue les essais figurant dans les fiches, avec parfois, quand cela est indiqué, l'intervention du Gestionnaire du Réseau.

La programmation des essais doit être concertée avec le Gestionnaire du Réseau qui peut à tout moment remettre en cause leur réalisation en cas de problème dans la gestion du système électrique.

A l'issue des essais, le Producteur fournit un rapport synthétique des essais dans lequel doivent figurer les éléments demandés dans les fiches ainsi que la comparaison avec les critères de conformité. C'est le Gestionnaire du Réseau qui valide ou non la conformité des résultats des essais.

## 5 FICHES ESSAIS

| Fiches | Contrôle   | Installation concernée |
|--------|--|------------------------|
| 1      | Systèmes dédiés aux échanges d'information                       | Oui                    |
| 2      | Couplage au réseau   | Oui                    |
| 3      | Variations de la production                                      | Oui                    |
| 4      | Régulation primaire de fréquence – Réserve primaire              | Oui                    |
| 5      | Régulation primaire de tension - Capacités en puissance réactive | Oui                    |
| 6      | Régulation primaire de tension - Stabilité                       | Oui                    |
| 7      | Ilotage et recouplage par la HTB                                 | Oui                    |
| 8      | Renvoi de tension  | Oui                    |
| 9      | Démarrage en mode autonome                                       | Oui                    |
| 10     | Qualité de la tension  | Oui                    |

### Légende des fiches types

- ***Texte en italique, entre crochets et surligné en jaune.*** Texte ne devant plus subsister dans le document envoyé au producteur. Généralement, commentaire directement applicable à l'alinéa qui le suit ou qui le précède, ou indication d'un emplacement à remplir avec une valeur numérique, un nom, ....
- ***Texte encadré.*** Texte optionnel dont la condition de maintien ou de suppression est généralement exprimée dans un commentaire (texte italique entre crochets et surligné en jaune) contenu dans l'encadré.

---§§§---

| FICHE N° 1<br>SYSTEMES DEDIES AUX ECHANGES D'INFORMATION   |
|--|
| <p><b>Principes généraux</b></p> <p>Les échanges d'informations entre l'installation de production et le Gestionnaire du Réseau HTB sont nécessaires pour une bonne intégration de l'installation de production dans le système électrique, et ceci aux différentes échéances de temps.</p>  |
| <p><b>But des essais</b></p> <p>Les essais visent à vérifier le bon fonctionnement de l'ensemble des équipements associés aux systèmes dédiés aux échanges d'information.</p>  |
| <p><b>Documents de référence</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▫ SEI REF 01</li> <li>▫ SEI REF 05</li> <li>▫ Convention de raccordement</li> </ul>  |
| <p><b>Description des essais</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▫ <b>Essai 1</b> : Vérification de la conformité des systèmes dédiés aux échanges d'information avec les exigences exprimées dans le cahier des charges des installations nécessaires à la téléconduite des ouvrages du producteur annexé à la convention de raccordement. Ces systèmes dédiés aux échanges d'information concernent en particulier : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ le téléphone, le fax,</li> <li>○ les télésignalisations,</li> <li>○ les télémesures,</li> <li>○ les télécommandes et télévaleur de consigne.</li> </ul> </li> <li>▫ <b>Essai 2</b> : test de chaque équipement en liaison avec le Gestionnaire du Réseau HTB et des protocoles d'échanges.</li> </ul> |
| <p><b>Conditions de réalisation</b></p> <p>Tous les tests de l'essai 2 doivent être programmés et réalisés en liaison avec le Gestionnaire du Réseau HTB.</p>  |
| <p><b>Spécifications à fournir par le Gestionnaire du Réseau HTB</b></p>   |
| <p><b>Résultats à communiquer par le Producteur</b></p> <p>Pour l'essai 1 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▫ un plan qualité des équipements, associés aux systèmes dédiés aux échanges d'information, précisant les dispositions retenues pour l'exploitation, la maintenance ainsi que le traitement des dysfonctionnements de ces équipements.</li> <li>▫ une attestation de réalisation des systèmes dédiés aux échanges d'information en conformité avec les cahiers des charges.</li> </ul> <p>Pour l'essai 2 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Procès verbal des tests des équipements.</li> </ul>   |

**Critères de conformité**

Pour l'essai 1 :

- La fourniture des documents décrits au paragraphe « Résultats », approuvés par le Gestionnaire du Réseau HTB.

Pour l'essai 2 :

- Chaque équipement doit fonctionner correctement et respecter les protocoles d'échanges.

FICHE N° 2  
COUPLAGE AU RÉSEAU

**Principes généraux**

Le couplage au réseau HTB doit être effectué par un organe de coupure appartenant au Producteur.

Le couplage doit être possible pour une fréquence du réseau comprise entre 48 et 52 Hz, et pour une tension au point de livraison comprise entre les valeurs extrêmes de la plage normale de tension.

Le couplage ne doit être réalisé que si :

- l'écart de fréquence est inférieur à 0,1 Hz ;
- l'écart de tension est inférieur à 10 % ;
- l'écart de phase est inférieur à 10°.

**But des essais**

Le but de ces essais est de vérifier que :

- le couplage s'effectue sans difficulté ;
- les installations voisines ne sont pas perturbées ;
- les temps de démarrage du groupe sont bien conformes aux valeurs indiquées par le producteur.

**Documents de référence**

- SEI REF 01
- SEI REF 05

**Description des essais**

- **Essai 1** : variation de la tension stator pour atteindre successivement  $U_{\text{stator min}}$  et  $U_{\text{stator max}}$ , puis maintien à ces valeurs pendant 5 min, le groupe n'étant pas couplé au réseau et tournant à sa vitesse nominale
- **Essai 2** : mise sous tension des transformateurs
- **Essai 3** : démarrage à froid du groupe à la demande du Gestionnaire du Réseau HTB, puis couplage au réseau et montée à  $P_{\text{stable min}}$  puis maintien à  $P_{\text{stable min}}$  pendant 5 min
- **Essai 4** : démarrage à chaud du groupe à la demande du Gestionnaire du Réseau HTB, puis couplage au réseau et montée à  $P_{\text{stable min}}$  puis maintien à  $P_{\text{stable min}}$  pendant 5 min
- **Essai 5** : couplage du groupe à tension HTB réseau basse, montée à  $P_{\text{stable min}}$  puis maintien à  $P_{\text{stable min}}$  pendant 5 min
- **Essai 6** : couplage du groupe à tension HTB réseau haute, montée à  $P_{\text{stable min}}$  puis maintien à  $P_{\text{stable min}}$  pendant 5 min
- **Essai 7** : groupe initialement à  $P_{\text{min}}$ , baisse de puissance de  $P_{\text{min}}$  à  $P_{\text{stable min}}$ , puis découplage du groupe

**Conditions de réalisation**

- Les essais doivent être programmés et réalisés en liaison avec le Gestionnaire du Réseau HTB, et notamment les essais 5 et 6 pour lesquels le Gestionnaire du Réseau HTB déterminera le meilleur moment pour avoir les tensions les plus proches possibles des valeurs extrêmes de la plage normale de tension.
- Dans le cas d'installations multi-groupes, les essais doivent être réalisés pour chaque groupe.

### Spécifications à fournir par le Gestionnaire du Réseau HTB

Pour l'essai 2 :

- La fréquence d'échantillonnage est au moins égale à 200 Hz, avec un filtrage de type passe-bas coupant à 10 Hz

Pour les autres essais :

- La fréquence d'échantillonnage est au moins égale à 200 Hz avec un filtrage de type passe-bas coupant à 10 Hz, pendant les transitoires et les phases de variation de puissance. Pendant les phases de régime permanent, la fréquence d'échantillonnage peut être réduite à au moins 10 Hz avec un filtrage de type passe-bas coupant à 1 Hz.

### Résultats à communiquer par le Producteur

- Procédure d'essai décrivant les étapes réalisées, les conditions d'essai, les points de mesure.
- Enregistrement des grandeurs suivantes pour chacun des essais :
  - tension efficace au point de livraison ;
  - puissance active fournie par le groupe en essai au point de livraison ;
  - puissance réactive échangée avec le réseau au point de livraison ;
  - tension efficace au stator du groupe ;
  - puissance active fournie au stator du groupe ;
  - puissance réactive échangée au stator du groupe ;
  - vitesse du groupe ;
  - fréquence du réseau au point de livraison.

Les enregistrements doivent inclure les régimes permanents précédant (au moins pendant 20 s) et suivant (pendant au moins 60 s) les phases d'essais. Ils seront fournis sous format papier et informatique (par exemple fichiers Excel). Les graphiques doivent être légendés (échelles, grandeurs et unités, bases de temps) ; les échelles et les vitesses de défilement doivent être adaptées aux phénomènes enregistrés.

Pour l'essai 3 :

- Temps de démarrage à froid

Pour l'essai 4 :

- Temps de démarrage à chaud

### Critères de conformité

Pour l'essai 1 :

- atteinte des tensions stator min et max et fonctionnement à ces tensions sans déclenchement et sans oscillation ni vibration.

Pour l'essai 2 :

- pas de déclenchement, pas d'apparition d'alarme, à-coup de tension au point de livraison inférieur à 5%

Pour les essais 3, 4, 5 et 6 :

- pas de déclenchement ; à coup de tension au point de livraison inférieur à 5% ; maintien à  $P_{\text{stable min}}$

Pour l'essai 3 :

- temps de démarrage à froid égal à celui annoncé.

Pour l'essai 4 :

- temps de démarrage à chaud égal à celui annoncé

Pour l'essai 7 :

- à coup de tension au point de livraison inférieur à 5% lors du découplage

| FICHE N° 3<br>VARIATIONS DE LA PRODUCTION  |
|--|
| <p><b>Principes généraux</b></p> <p>La connaissance des vitesses de montée et de baisse de charge d'une installation de production est importante pour la bonne gestion par le Gestionnaire du Réseau HTB de l'équilibre offre-demande du système électrique.</p>  |
| <p><b>But des essais</b></p> <p>Le but de ces essais est de vérifier que :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▫ le groupe monte en charge sans perturber la qualité de la tension ;</li> <li>▫ les vitesses de montée et de baisse de charge sont conformes à celles indiquées par le Producteur ;</li> <li>▫ le groupe fonctionne de façon stable à <math>P_{\min}</math> et <math>P_{\max}</math>.</li> </ul>  |
| <p><b>Documents de référence</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▫ SEI REF 01</li> <li>▫ SEI REF 05</li> </ul>  |
| <p><b>Description des essais</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▫ <b>Essai 1</b> : fonctionnement à <math>P_{\min}</math> pendant 2 h</li> <li>▫ <b>Essai 2</b> : montée en puissance de <math>P_{\min}</math> à <math>P_{\max}</math> en pente normale, puis maintien à <math>P_{\max}</math> pendant 2 h</li> <li>▫ <b>Essai 3</b> : baisse de puissance de <math>P_{\max}</math> à <math>P_{\min}</math> en pente normale puis maintien à <math>P_{\min}</math> pendant 15 min</li> </ul> <p><i>[Si le groupe dispose de capacités de variation de charge en pente rapide :]</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▫ <b>Essai 4</b> : montée en puissance de <math>P_{\min}</math> à <math>P_{\max}</math> en pente rapide puis maintien à <math>P_{\max}</math> pendant 15 min</li> <li>▫ <b>Essai 5</b> : baisse de puissance de <math>P_{\max}</math> à <math>P_{\min}</math> en pente rapide puis maintien à <math>P_{\min}</math> pendant 15 min</li> </ul> |
| <p><b>Conditions de réalisation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Les essais doivent être programmés et réalisés en liaison avec le Gestionnaire du Réseau HTB.</li> <li>▫ Les groupes ne participent pas à la régulation primaire de fréquence au moment de ces essais.</li> </ul> <p><i>[Si l'énergie primaire de l'installation de production est d'origine thermique classique par combustion :]</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Les variations de puissance doivent être réalisées sans dépassement des VLE.</li> <li>▫ Dans le cas d'installations multi-groupes, les essais doivent être réalisés pour chaque groupe.</li> </ul>  |
| <p><b>Spécifications à fournir par le Gestionnaire du Réseau HTB</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▫ La fréquence d'échantillonnage est au moins égale à 10 Hz, avec un filtrage de type passe-bas coupant à 1 Hz.</li> </ul>   |

### Résultats à communiquer par le Producteur

- Procédure d'essais décrivant les étapes réalisées, les conditions d'essai, les points de mesure.
- Enregistrement des grandeurs suivantes pour chacun des essais :
  - tension efficace au point de livraison ;
  - puissance active fournie par le groupe en essai au point de livraison ;
  - puissance réactive échangée avec le réseau au point de livraison ;
  - fréquence du réseau au point de livraison.

Les enregistrements seront fournis sous format papier et informatique (par exemple fichiers Excel). Les graphiques doivent être légendés (échelles, grandeurs et unités, bases de temps) ; les échelles et les vitesses de défilement doivent être adaptées aux phénomènes enregistrés.

### Critères de conformité

Pour l'essai 1 :

- pas de déclenchement, pas d'apparition d'alarme, fonctionnement stable ; maintien à  $P_{\min}$

Pour l'essai 2 :

- lors de la montée de charge : pas de déclenchement ; variations de charge (active et réactive) maîtrisées ; variation de la tension inférieure à 1% ; vitesse de variation de puissance active conforme à celle annoncée ;
- lors du fonctionnement à  $P_{\max}$  : pas de déclenchement, pas d'apparition d'alarme, fonctionnement stable ; maintien à  $P_{\max}$

Pour l'essai 3 :

- lors de la baisse de charge : pas de déclenchement ; variations de charge (active et réactive) maîtrisées ; variation de la tension inférieure à 1% ; vitesse de variation de puissance active conforme à celle annoncée ;
- lors du fonctionnement à  $P_{\min}$  : pas de déclenchement, pas d'apparition d'alarme, fonctionnement stable ; maintien à  $P_{\min}$

**[Si le groupe dispose de capacités de variation de charge en pente rapide :]**

Pour l'essai 4 :

- lors de la montée de charge : pas de déclenchement ; variations de charge (active et réactive) maîtrisées ; variation de la tension inférieure à 1% ; vitesse de variation de puissance active conforme à celle annoncée ;
- lors du fonctionnement à  $P_{\max}$  : pas de déclenchement, pas d'apparition d'alarme, fonctionnement stable ; maintien à  $P_{\max}$

Pour l'essai 5 :

- lors de la baisse de charge : pas de déclenchement ; variations de charge (active et réactive) maîtrisées ; variation de la tension inférieure à 1% ; vitesse de variation de puissance active conforme à celle annoncée ;
- lors du fonctionnement à  $P_{\min}$  : pas de déclenchement, pas d'apparition d'alarme, fonctionnement stable ; maintien à  $P_{\min}$

## FICHE N° 4

## RÉGULATION PRIMAIRE DE FRÉQUENCE RÉSERVE PRIMAIRE

### Principes généraux

Les lois de l'électricité font qu'à tout instant, sur un même réseau, les puissances électriques produites équilibrent les puissances électriques consommées. La production de l'énergie électrique étant assurée (presque) uniquement par des alternateurs synchrones couplés à des générateurs de puissance mécanique (moteurs diesels, turbines hydrauliques, turbines à combustion, turbines à vapeur) au moyen d'une ligne d'arbre en rotation, l'équilibre du système électrique, et in fine sa viabilité, n'est assuré que si la puissance mécanique équilibre la puissance électrique produite par les alternateurs et par voie de conséquence celle consommée par les charges. Tout déséquilibre entre ces deux puissances induit une variation de fréquence dont la vitesse de variation est directement proportionnelle à l'inertie mécanique de l'ensemble des lignes d'arbre du système.

La régulation primaire de fréquence (ou de vitesse, ce qui revient au même, groupe couplé) qui doit nécessairement équiper tous les groupes de production raccordés en HTB, permet donc de maintenir cet équilibre en permanence, lors des variations normales de la puissance consommée (en fonction des heures de la journée et/ou des saisons), ou lors d'aléas (perte de groupe de production, déclenchement d'ouvrage...).

La loi statique de régulation permet d'ajuster en permanence la valeur de la puissance mécanique, et donc de la puissance active fournie par le groupe de production en régime permanent, en fonction des variations de la fréquence, selon la loi suivante :

$$\Delta P = - K \times \Delta f$$

Avec :

- $\Delta P$  : écart entre la puissance produite, P, et la consigne de puissance à  $f_0$ ,  $P_{c0}$ ,  $\Delta P = P - P_{c0}$
- K : énergie réglante du groupe,  $K = \frac{P_{\max}}{\partial \times f_n}$ 
  - $P_{\max}$  : puissance maximale du groupe
  - $\partial$  : statisme permanent du régulateur de vitesse
  - $f_n$  : fréquence nominale (50 Hz)
- $\Delta f$  : écart entre la fréquence du réseau, f, et la fréquence de référence du réglage primaire,  $f_0$ , (en règle générale égale à  $f_n$ ),  $\Delta f = f - f_0$

### But des essais

Le but de ces essais est de vérifier que :

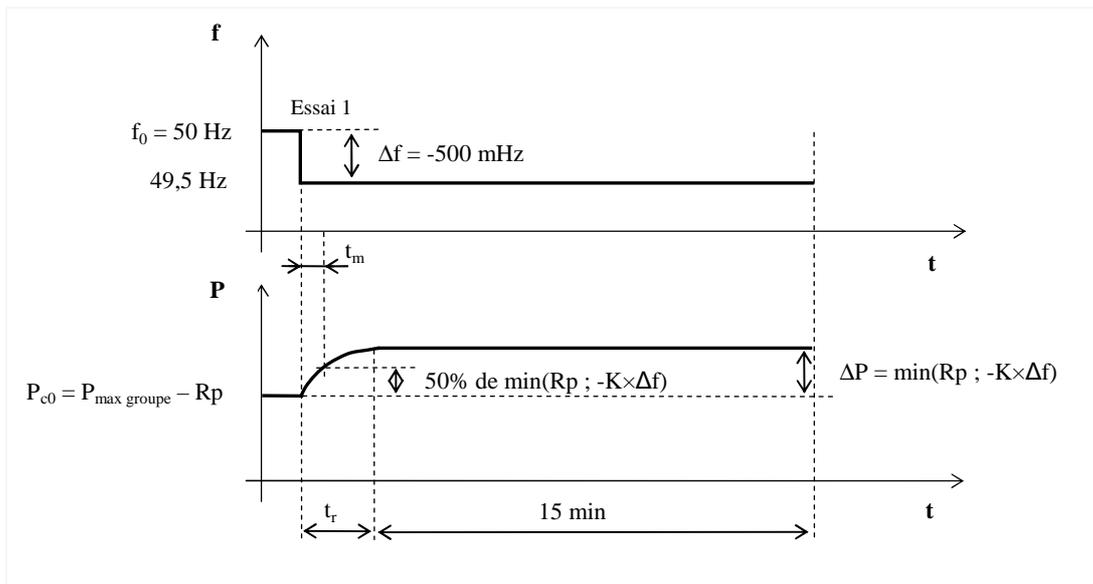
- le groupe est capable de dégager sa réserve primaire, et ce dans les délais impartis ;
- l'énergie réglante contractuelle est respectée.

### Documents de référence

- SEI REF 01
- SEI REF 05

### Description des essais

- **Essai 1** : Groupe à  $P_{\max \text{ groupe}} - R_p$  ; on injecte à l'entrée du régulateur de vitesse un échelon,  $\Delta f$ , de - 500 mHz pendant 15 min.



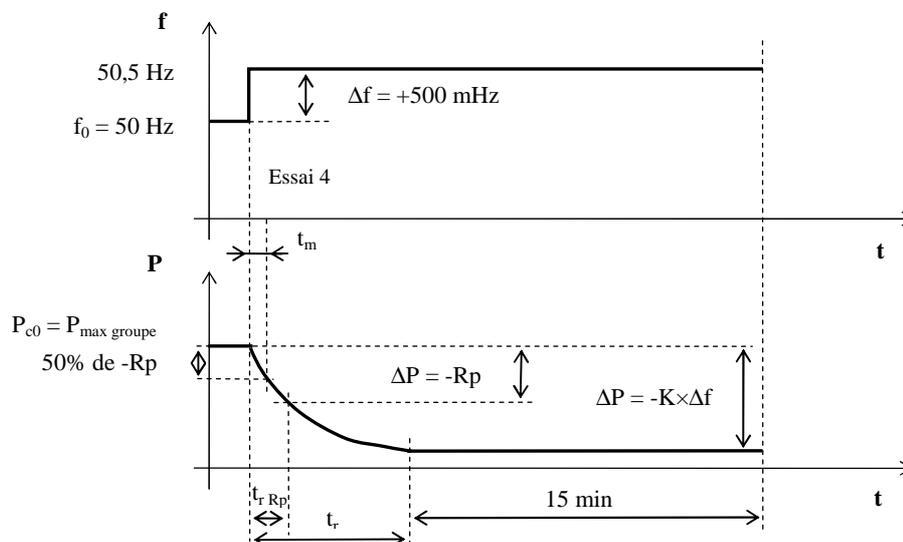
$t_m$  : temps au bout duquel la réponse en puissance atteint  $50\%$  de  $\min(R_p ; -K \times \Delta f)$ .

$t_r$  : temps au bout duquel la réponse en puissance atteint  $95\%$  de  $\min(R_p ; -K \times \Delta f)$ .

- **Essai 2** : idem essai 1, mais avec un échelon,  $\Delta f$ , de  $-\partial \times f_n \times R_p / P_{\max \text{ groupe}} = [ \dots ] \text{ Hz}$  [soit  $-200 \text{ mHz}$ , avec  $R_p = 10\%$  de  $P_{\max \text{ groupe}}$  et  $\partial = 4\%$ ].
- **Essai 2b** : idem essai 2, mais avec échelon,  $\Delta f$ , de  $-\partial \times f_n \times R_p / P_{\max \text{ groupe}} = [ \dots ] \text{ Hz}$  [soit  $-150 \text{ mHz}$ , avec  $R_p = 10\%$  de  $P_{\max \text{ groupe}}$  et  $\partial = 3\%$ ] et statisme du régulateur de vitesse,  $\partial$ , à sa valeur minimale (cf. « Spécifications à fournir par le Gestionnaire du Réseau HTB »).
- **Essai 2c** : idem essai 2 mais avec échelon,  $\Delta f$ , de  $-\partial \times f_n \times R_p / P_{\max \text{ groupe}} = [ \dots ] \text{ Hz}$  [soit  $-400 \text{ mHz}$ , avec  $R_p = 10\%$  de  $P_{\max \text{ groupe}}$  et  $\partial = 8\%$ ] et statisme du régulateur de vitesse,  $\partial$ , à sa valeur maximale (cf. « Spécifications à fournir par le Gestionnaire du Réseau HTB »).

[Dans le cas où il existe en salle de commande de la centrale des valeurs prédéfinies de réglage du statisme, on effectuera des essais identiques à l'essai 1, pour chacune des valeurs supplémentaires à celles déjà testées dans les essais 1 à 2c]

- **Essais 2d** : idem essai 2 mais avec un échelon,  $\Delta f$  (en Hz), de  $-\partial \times f_n \times R_p / P_{\max \text{ groupe}}$ , pour chaque valeur du statisme,  $\partial$ , prédéfini en salle de commande.
- **Essai 3** : idem essai 1, mais avec un échelon de  $-50 \text{ mHz}$ .
- **Essai 4** : Groupe à  $P_{\max}$  ; on injecte à l'entrée du régulateur de vitesse un échelon,  $\Delta f$ , de  $+500 \text{ mHz}$  pendant  $15 \text{ min}$ .

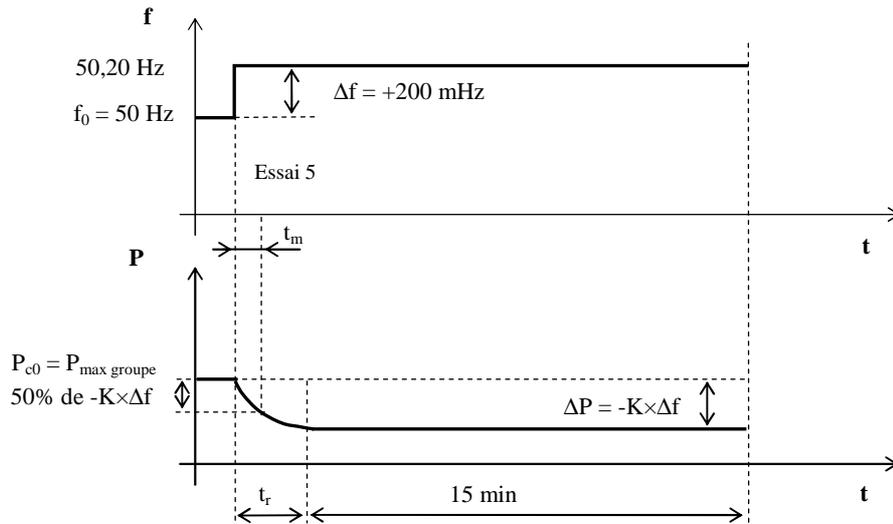


$t_m$  : temps au bout duquel la réponse en puissance atteint  $50\%$  de  $-R_p$ .

$t_{r, Rp}$  : temps au bout duquel la réponse en puissance atteint  $-R_p$ .

$t_r$  : temps au bout duquel la réponse en puissance atteint  $95\%$  de  $-K \times \Delta f$ .

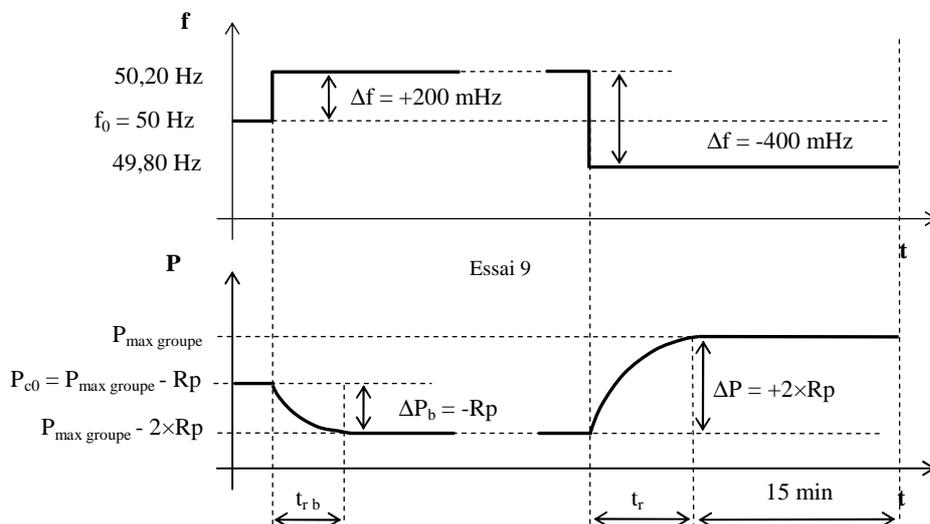
- **Essai 5** : Groupe à  $P_{\max}$  ; on injecte à l'entrée du régulateur de vitesse un échelon,  $\Delta f$ , de  $\partial \times f_n \times R_p / P_{\max \text{ groupe}} = [\dots]$  Hz [soit +200 mHz, avec  $R_p = 10\%$  de  $P_{\max \text{ groupe}}$  et  $\partial = 4\%$ ] pendant 15 min.



$t_m$  : temps au bout duquel la réponse en puissance atteint 50% de  $-K \times \Delta f$ .

$t_r$  : temps au bout duquel la réponse en puissance atteint 95% de  $-K \times \Delta f$ .

- **Essai 6** : idem essai 5, mais avec un échelon de + 50 mHz.
- **Essai 7** : idem essai 2 mais avec groupe à  $P_{\min}$ .
- **Essai 8** : idem essai 2 mais avec groupe à  $P_{\text{stable min}}$ .
- **Essai 9** : Groupe à  $P_{\max \text{ groupe}} - R_p$  ; on injecte à l'entrée du régulateur de vitesse un échelon,  $\Delta f$ , de  $\partial \times f_n \times R_p / P_{\max \text{ groupe}} = [\dots]$  Hz [soit +200 mHz, avec  $R_p = 10\%$  de  $P_{\max \text{ groupe}}$  et  $\partial = 4\%$ ], puis après environ 5 minutes de fonctionnement à  $P_{\max \text{ groupe}} - 2 \times R_p$ , on injecte à l'entrée du régulateur de vitesse un échelon,  $\Delta f$ , de  $-\partial \times f_n \times 2 \times R_p / P_{\max \text{ groupe}} = [\dots]$  Hz [soit -400 mHz, avec  $R_p = 10\%$  de  $P_{\max \text{ groupe}}$  et  $\partial = 4\%$ ] puis fonctionnement à  $P_{\max \text{ groupe}}$  pendant 15 min.



$t_{rb}$  : temps au bout duquel la réponse en puissance atteint 95 % de  $-R_p$ .

$t_r$  : temps au bout duquel la réponse en puissance atteint 95 % de  $+2 \times R_p$ .

- **Essai 10** : Groupe à  $P_{\max} - R_p$  ; le Gestionnaire du Réseau HTB provoque l'îlotage d'une autre unité de production (de préférence le plus gros groupe) conduisant à un écart de fréquence en régime permanent,  $\Delta f$ , tel que le groupe doit avoir libéré la quasi totalité de sa réserve primaire,  $R_p$ , en fin d'essai.

### Conditions de réalisation

- Les essais doivent être programmés et réalisés en liaison avec le Gestionnaire du Réseau HTB.
- Dans le cas d'une installation multi-groupes, les essais doivent être réalisés pour chaque groupe.
- Les essais 1 à 9 se font avec la régulation de vitesse non asservie à la fréquence du réseau (le groupe ne participe donc pas à la régulation primaire de la fréquence du système électrique).
- L'essai 10 se fait avec la régulation de vitesse asservie à la fréquence du réseau.
- L'essai 10 ne doit pas conduire à l'action du délestage fréquence-métrique des consommations : le Gestionnaire du Réseau HTB doit programmer suffisamment de réserve primaire sur l'ensemble des autres groupes prenant en compte l'effet dynamique de la chute de fréquence.

### Spécifications à fournir par le Gestionnaire du Réseau HTB

- Statisme permanent du régulateur de vitesse,  $\delta = 4\%$  pour tous les essais sauf pour les essais 2b et 2c 2b, 2c et 2d. *[le choix dépend de la réalisation ou non de l'essai 2d]*
- Statisme permanent du régulateur de vitesse,  $\delta = 3\%$  pour l'essai 2b.
- Statisme permanent du régulateur de vitesse,  $\delta = 8\%$  pour l'essai 2c.

*[Dans le cas où il existe en salle de commande de la centrale des valeurs prédéfinies de réglage du statisme, indiquer ces différentes valeurs qui serviront à l'essai 2d]*

- Statismes permanents pré réglables en salle de commande du régulateur de vitesse,  $\delta = \{ \dots ; \dots ; \dots \}$  pour l'essai 2d.
- $R_p = [\dots]$  MW *[dans le cas général, on prendra  $R_p = 10\% \times P_{max\ groupe}$ ]*
- La fréquence d'échantillonnage est au moins égale à 200 Hz, avec un filtrage de type passe-bas coupant à 10 Hz.

### Résultats à communiquer par le Producteur

- Procédure d'essais décrivant les étapes réalisées, les conditions d'essai, les points de mesure.
- Enregistrement des grandeurs suivantes pour chacun des essais :
  - puissance active fournie par le groupe en essai au point de livraison ;
  - fréquence du réseau au point de livraison ;
  - consigne injectée artificiellement dans le régulateur de vitesse ;
  - position de l'actionneur ;
  - vitesse du groupe.

Les enregistrements doivent inclure les régimes permanents précédant (au moins pendant 20 s) et suivant (pendant au moins 60 s) les phases d'essais. Ils seront fournis sous format papier et informatique (par exemple fichiers Excel). Les graphiques doivent être légendés (échelles, grandeurs et unités, bases de temps) ; les échelles et les vitesses de défilement doivent être adaptées aux phénomènes enregistrés.

- Indication sur les enregistrements, des valeurs suivantes :
  - $t_m$ ,
  - $t_r$  pour tous les essais sauf l'essai 10,
  - $t_{r\ R_p}$  pour l'essai 4,
  - $t_{r\ b}$  pour l'essai 9,
  - $t_{r\ réel}$  pour l'essai 10, avec  $t_{r\ réel}$  = le temps au bout duquel la réponse de l'actionneur atteint 95 % de la différence entre la position finale de l'actionneur et sa position initiale,
  - $\Delta P$ ,
  - $\Delta P_b$  pour l'essai 9.

Pour les essais 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8 :

- Calcul de l'énergie réglante K et du statisme  $\delta$  du régulateur à partir de la valeur de  $\Delta P = P - P_{c0}$  mesurée et des formules suivantes :

$$K = -\frac{\Delta P}{\Delta f} \quad \delta = \frac{\Delta f / f_n}{\Delta P / P_n}$$

### Critères de conformité

Les enregistrements doivent prouver visuellement le respect des points suivants :

- Forme d'onde non oscillante.

Pour les essais 1, 2, 2b, 2c, 2d, 3, 5, 6, 7 et 8 :

- Temps  $t_r$  inférieur à  $[t_{r,max}]$  s.
- Temps  $t_m$  inférieur à  $[t_{m,max}]$  s.

Pour l'essai 4 :

- Temps  $t_r$  inférieur à  $[t_{r,max}] + \frac{-(K \times \Delta f - R_p)}{\text{pente de baisse rapide en MW/min}} \cdot 60 = [\dots]$  s. [Si l'installation ne dispose pas de pente de baisse rapide, utiliser la pente de baisse normale.]
- Temps  $t_{r,Rp}$  inférieur à  $[t_{r,max}]$  s.

Pour l'essai 9 :

- Temps  $t_r$  inférieur à  $[t_{r,max}] + \frac{R_p}{\text{pente de hausse rapide en MW/min}} \cdot 60 = [\dots]$  s. [Si l'installation ne dispose pas de pente de baisse rapide, utiliser la pente de baisse normale.]
- Temps  $t_{r,b}$  inférieur à  $[t_{r,max}]$  s.

Pour les essais 1, 2, 2b, 2c, 2d, 3, 7 et 8 :

- Variation  $\Delta P = \min(R_p ; -K \times \Delta f)$  maintenue 15 min (après  $t_r$ ).

Pour les essais 4, 5 et 6 :

- Variation  $\Delta P = -K \times \Delta f$  maintenue 15 min (après  $t_r$ ).

Pour l'essai 9 :

- Variation  $\Delta P = +2 \times R_p$  maintenue 15 min (après  $t_r$ ).

Pour les essais 2, 2b, 2c, 2d, 3, 5, 6, 7 et 8 :

- Energie réglante K mesurée = énergie réglante pré-réglée à  $\pm 10\%$  près.

Pour les essais 4 et 9 :

- Energie réglante K mesurée donnée pour information.

Pour l'essai 10 :

- Temps  $t_{r,réel}$  inférieur ou égal au temps mis par la fréquence pour atteindre  $f_{min}$  à partir du déclenchement du groupe.

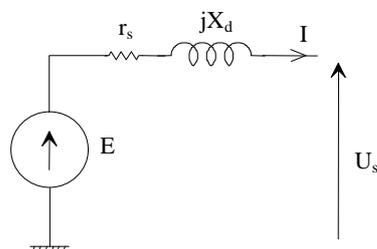
[A priori, on prendra  $t_{r,max} = 5$  s et  $t_{m,max} = 2,5$  s pour les groupes thermiques (diesel, TAC), et  $t_{r,max} = 10$  s et  $t_{m,max} = 5$  s pour les groupes hydrauliques]

## FICHE N° 5

### RÉGULATION PRIMAIRE DE TENSION CAPACITES EN PUISSANCE REACTIVE

#### Principes généraux

Le schéma électrique en régime permanent d'un alternateur synchrone est le suivant :



Où  $E$  = force électromotrice interne (f.e.m) de l'alternateur =  $M_{sr} \cdot \omega \cdot I_r$  (avec  $M_{sr}$ , inductance mutuelle stator-rotor,  $\omega = 2 \cdot \Pi \cdot f$  et  $I_r$ , courant d'excitation du rotor)

$X_d$  = impédance interne du stator de l'alternateur

$r_s$  = résistance de l'enroulement statorique

Les f.e.m des alternateurs synchrones sont les seules sources de tension du réseau. C'est donc principalement grâce au contrôle de l'amplitude de ces f.e.m que l'on peut régler la tension de l'ensemble des points du réseau (la gestion de moyens de compensation, condensateurs ou inductances, permet de modifier localement la tension en fonction d'éventuelles contraintes).

Le contrôle de la f.e.m d'un alternateur est réalisé par la régulation primaire de tension qui modifie le courant d'excitation en fonction de l'écart entre la tension mesurée au stator de l'alternateur,  $U_s$ , et une consigne en tension fixée par l'opérateur,  $U_c$ .

La régulation de la tension ne peut être réalisée que dans les limites constructives des unités de production (par exemple, l'intensité maximale stator, l'intensité maximale rotor, les tensions stator minimale et maximale admissibles en régime permanent)

Elles induisent des limitations de fourniture et d'absorption de puissance réactive qui délimitent les différents diagrammes  $[U, Q] = f(P)$ <sup>1</sup> de l'installation. Ces diagrammes décrivent donc le domaine dans lequel l'installation de production peut participer au réglage de la tension.

#### But des essais

Le but des essais est de vérifier la capacité de fourniture ou d'absorption de puissance réactive au point de livraison dans l'intervalle  $[Q_{\min} ; Q_{\max}]$  ;

#### Documents de référence

- SEI REF 01
- SEI REF 05

<sup>1</sup> En effet, les diagrammes  $[U, Q]$  d'une installation dépendent de la puissance active fournie. Pour un alternateur synchrone la puissance réactive fournie maximale est d'autant plus importante que la puissance active est moins importante.

### Description des essais

- **Essai 1 :** Groupe à puissance maximale  $P_{\max \text{ groupe}}$  et initialement  $Q = 0$  au point de livraison : modification de la consigne de la régulation primaire de tension pour tenter d'atteindre la limitation d'absorption de réactif,  $Q_{\min}$ , dans la limite de la plage normale de tension au point de livraison et maintien à  $Q = Q_{\min}$  au point de livraison pendant 20 minutes.
- **Essai 2 :** Groupe à puissance maximale  $P_{\max \text{ groupe}}$  et initialement  $Q = 0$  au point de livraison : modification de la consigne de la régulation primaire de tension pour tenter d'atteindre la limitation de fourniture de réactif,  $Q_{\max}$ , dans la limite de la plage normale de tension au point de livraison et maintien à  $Q = Q_{\max}$  au point de livraison pendant 20 minutes.
- **Essai 3 :** Groupe à puissance maximale  $P_{\max \text{ groupe}}$  et initialement  $Q_{\text{alt}} = 0$  au stator de l'alternateur : augmentation de la puissance réactive jusqu'à  $+30\%$  de  $Q_{n \text{ alt}}$ , avec une vitesse de variation au moins égale à  $12\% Q_{n \text{ alt}}/\text{min}$ .  $Q_{n \text{ alt}}$  est la puissance réactive nominale de l'alternateur, égale à  $\sqrt{S_{n \text{ alt}}^2 - P_{n \text{ alt}}^2}$ , où  $S_{n \text{ alt}}$  est la puissance apparente nominale de l'alternateur et  $P_{n \text{ alt}}$  est la puissance active nominale de l'alternateur.
- **Essai 4 :** Groupe à puissance maximale  $P_{\max \text{ groupe}}$  et initialement  $Q_{\text{alt}} = 0$  au stator de l'alternateur : diminution de la puissance réactive jusqu'à  $-30\%$  de  $Q_{n \text{ alt}}$ , avec une vitesse de variation au moins égale à  $-12\% Q_{n \text{ alt}}/\text{min}$ .

### Conditions de réalisation

- Les essais doivent être programmés et réalisés en liaison avec le Gestionnaire du Réseau HTB.
- Dans le cas d'installations multi-groupes, les essais doivent être réalisés pour chaque groupe.
- Le transformateur de groupe est sur sa prise nominale.

### Spécifications du Gestionnaire du Réseau HTB

- La fréquence d'échantillonnage est au moins égale à 10 Hz, avec un filtrage de type passe-bas coupant à 1 Hz.

### Résultats à communiquer par le Producteur

- Procédure d'essais décrivant les étapes réalisées, les conditions d'essai, les points de mesure.
- Enregistrement des grandeurs suivantes pour chacun des essais :
  - tension efficace au point de livraison ;
  - puissance active fournie par le groupe en essai au point de livraison ;
  - puissance réactive échangée avec le réseau au point de livraison ;
  - tension efficace au stator du groupe ;
  - puissance active fournie au stator du groupe ;
  - puissance réactive échangée au stator du groupe ;
  - tension de consigne du régulateur de tension du groupe ;
  - fréquence du réseau au point de livraison.

Pour les essais 1 et 2 :

- fournir la nature et la valeur des limitations atteintes à  $Q_{\min}$  et  $Q_{\max}$ , et les valeurs de  $P_{\text{stator}}$  et  $U_s$  correspondantes.

Pour les essais 3 et 4 :

- indiquer la vitesse de variation de la puissance réactive lors des passages de  $Q_{\text{alt}} = 0$  à  $+30\% Q_{n \text{ alt}}$  et  $-30\% Q_{n \text{ alt}}$

**Critères de conformité**

Pour les essais 1 et 2 :

- Le groupe peut fonctionner à  $Q_{\min}$  et  $Q_{\max}$  pendant 20 minutes.
- Les valeurs de  $Q_{\min}$  et  $Q_{\max}$  doivent être conformes aux diagrammes [U, Q] de l'installation, et les limitations atteintes au cours des essais doivent être cohérentes avec celles indiquées sur ces mêmes diagrammes [U, Q].

Pour les essais 3 et 4 :

- La valeur absolue de la vitesse de variation de réactif doit au moins être égale à  $12\% Q_{n \text{ alt}}/\text{min}$ .

## FICHE N° 6

**RÉGULATION PRIMAIRE DE TENSION  
STABILITE**

**Principes généraux**

Un alternateur synchrone couplé au réseau est soumis à divers aléas : modification du point de consigne en puissance active ou en puissance réactive de l'installation, variations de la consommation, déclenchement d'autres moyens de production, déclenchement d'ouvrages réseau, courts-circuits, ... Ces aléas ont pour conséquence des modifications du point de fonctionnement en régime permanent de l'alternateur, accompagnés de régimes transitoires plus ou moins oscillants.

Afin d'avoir un fonctionnement stable du système électrique, il faut que ces régimes transitoires oscillants soient rapidement amortis. En effet, des oscillations mal amorties ou divergentes, au mieux, affectent la qualité de l'onde de tension, au pire, peuvent conduire au déclenchement de l'alternateur voire à l'extension de ces oscillations à d'autres groupes de production, ce qui peut être préjudiciable à l'équilibre production-consommation.

**But des essais**

Le but des essais est de vérifier les points suivants :

1. la capacité d'assurer la stabilité en petits mouvements de l'alternateur ;
2. la capacité d'assurer la stabilité en grands mouvements de l'alternateur (hors stabilité sur court-circuit).

**Documents de référence**

- SEI REF 01
- SEI REF 05

**Description des essais**

- **Essai 1 :** Groupe à puissance maximale  $P_{\max \text{ groupe}}$  et  $Q = 0$  au point de livraison dans la mesure du possible compte tenu de la configuration du réseau (la tension doit rester dans la plage normale) : échelon de +2 % sur la consigne de la régulation primaire de tension, maintien pendant a minima 2 min.
- **Essai 1b :** Groupe à puissance maximale  $P_{\max \text{ groupe}}$  et  $Q = 0,43 \times P_{\max \text{ groupe}}$  au point de livraison dans la mesure du possible compte tenu de la configuration du réseau (la tension doit rester dans la plage normale) : échelon de -2 % sur la consigne de la régulation primaire de tension, maintien pendant a minima 2 min, puis échelon de +2 % sur la consigne de la régulation primaire de tension, maintien pendant a minima 2 min.
- **Essai 2 :** Groupe à puissance maximale  $P_{\max \text{ groupe}}$  et  $Q = 0$  au point de livraison dans la mesure du possible compte tenu de la configuration du réseau (la tension doit rester dans la plage normale) : échelon de -2 % sur la consigne de la régulation primaire de tension, maintien pendant a minima 2 min.
- **Essai 2b :** Groupe à puissance maximale  $P_{\max \text{ groupe}}$  et  $Q = -0,5 \times P_{\max \text{ groupe}}$  au point de livraison dans la mesure du possible compte tenu de la configuration du réseau (la tension doit rester dans la plage normale) : échelon de +2 % sur la consigne de la régulation primaire de tension, maintien pendant a minima 2 min, puis échelon de -2 % sur la consigne de la régulation primaire de tension, maintien pendant a minima 2 min.
- **Essai 3 :** Groupe à puissance maximale  $P_{\max \text{ groupe}}$  et  $Q = 0$  au point de livraison dans la mesure du possible compte tenu de la configuration du réseau (la tension doit rester dans la plage normale) : ouverture par le Gestionnaire du Réseau HTB d'une ligne HTB d'évacuation de l'installation.
- **Essai 3b :** idem essai 3, mais à  $Q = -0,5 \times P_{\max \text{ groupe}}$  au point de livraison.

**Conditions de réalisation**

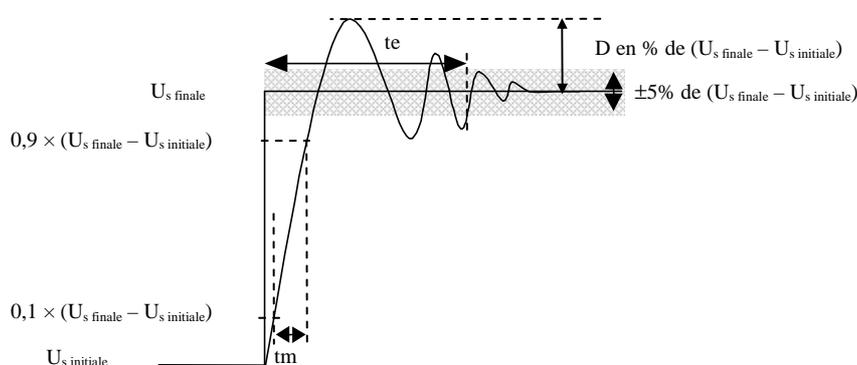
- Les essais doivent être programmés et réalisés en liaison avec le Gestionnaire du Réseau HTB.
- Dans le cas d'installations multi-groupes, les essais doivent être réalisés pour chaque groupe.
- Le transformateur de groupe est sur sa prise nominale.

## Spécifications du Gestionnaire du Réseau HTB

- La fréquence d'échantillonnage est au moins égale à 200 Hz, avec un filtrage de type passe-bas coupant à 10 Hz.

## Résultats à communiquer par le Producteur

- Procédure d'essais décrivant les étapes réalisées, les conditions d'essai, les points de mesure.
- Enregistrement des grandeurs suivantes pour chacun des essais :
  - tension efficace au point de livraison ;
  - puissance active fournie par le groupe en essai au point de livraison ;
  - puissance réactive échangée avec le réseau au point de livraison ;
  - tension efficace au stator du groupe ;
  - puissance active fournie au stator du groupe ;
  - puissance réactive échangée au stator du groupe ;
  - tension de consigne du régulateur de tension du groupe ;
  - fréquence du réseau au point de livraison.
- Pour les essais 1, 1b, 2 et 2b, calcul des données suivantes :



- Temps d'établissement,  $t_e$ , à  $\pm 5\%$  de  $(U_s \text{ finale} - U_s \text{ initiale})$
- Temps de montée,  $t_m$ , entre 10 % et 90 % de  $(U_s \text{ finale} - U_s \text{ initiale})$ .
- Dépassement,  $D$  : différence entre la valeur maximale de  $U_s$  et  $U_s \text{ finale}$ , rapportée à  $(U_s \text{ finale} - U_s \text{ initiale})$ .
- Ecart statique (noté  $\varepsilon'_{\%}$ ) entre la grandeur asservie injectée dans le régulateur de tension et la consigne du régulateur de tension : 
$$\varepsilon'_{\%} = 100 \frac{U_s \text{ finale} - U_s \text{ consigne}}{U_s \text{ consigne}}$$
- Temps d'amortissement de la puissance active au point de livraison à  $\pm 1\%$  de sa valeur finale.
- Pour les essais 3 et 3b :
  - Temps d'amortissement de la puissance électrique à  $\pm 5\%$  de sa valeur finale.

## Critères de conformité

Pour les essais 1, 1b, 2 et 2b (échelons de consigne de tension) :

- L'unité de production ne doit pas perdre la stabilité pour les essais d'échelon de consigne ;
- Le temps d'établissement,  $t_e$ , doit être inférieur à 10 s ;
- Le temps de montée,  $t_m$ , doit être inférieur à 3 s ;
- Le dépassement,  $D$ , doit être inférieur à 10 % ;
- L'écart statique,  $\varepsilon'_{\%}$ , doit être inférieur à 0,2 % ;
- Le temps d'amortissement de la puissance électrique au point de livraison à  $\pm 1\%$  de sa valeur finale doit être inférieur à 10 s.

Pour les essais 3 et 3b :

- Le groupe de production doit rester stable sur report de charge (pas de perte de synchronisme et/ou pas de déclenchement sur une protection de l'installation).
- Le temps d'amortissement de la puissance électrique au point de livraison à  $\pm 5\%$  de sa valeur finale doit être inférieur à 10 s.

## FICHE N° 7

**ÎLOTAGE ET RECOUPLAGE PAR LA HTB****Principes généraux**

Sous l'action de certaines protections, un groupe de production est susceptible de s'îloter, c'est-à-dire de se découpler du réseau sans déclencher, mais en continuant à fonctionner pour la seule alimentation de ses auxiliaires. Ce fonctionnement en îloté permet un recouplage quasi immédiat dès lors que le Gestionnaire du Réseau HTB le demande, contrairement à la situation où le groupe déclenche qui nécessite éventuellement une vérification de l'état de l'installation et un redémarrage de l'installation avant tout recouplage.

**But des essais**

Le but de ces essais est de vérifier que :

- l'îlotage se déroule correctement (en particulier, pas de déclenchement par survitesse) ;
- le groupe est capable de fonctionner îloté de manière stable pendant un temps suffisant ;
- le groupe est capable de se recoupler par la HTB à la demande du Gestionnaire du Réseau HTB.

**Documents de référence**

- SEI REF 01
- SEI REF 05
- Convention de raccordement

**Description des essais**

- **Essai 1** : le groupe fonctionnant à une puissance égale à sa puissance maximale  $P_{\max \text{ groupe}}$ , on provoque l'ouverture du disjoncteur HTB après accord du Gestionnaire du Réseau HTB.
- **Essai 2** : le groupe est maintenu îloté sur ses auxiliaires pendant au moins 40 minutes.
- **Essai 3** : le groupe se recouple par fermeture du disjoncteur HTB, à la demande du Gestionnaire du Réseau HTB.

**Conditions de réalisation**

- Les essais doivent être programmés et réalisés en liaison avec le Gestionnaire du Réseau HTB.
- Dans le cas d'installations multi-groupes, les essais doivent être réalisés pour chaque groupe.

**Spécifications du Gestionnaire du Réseau HTB**

- La fréquence d'échantillonnage est au moins égale à 200 Hz, avec un filtrage de type passe-bas coupant à 10 Hz, pendant la phase transitoire de l'îlotage. Pendant le fonctionnement îloté en régime permanent, elle peut être réduite à au moins 10 Hz, avec un filtrage de type passe-bas coupant à 1 Hz.

**Résultats à communiquer par le Producteur**

- Procédure d'essais décrivant les étapes réalisées, les conditions d'essai, les points de mesure.
- Enregistrement des grandeurs suivantes pour chacun des essais :
  - tension efficace au stator du groupe ;
  - puissance active fournie au stator du groupe ;
  - puissance réactive échangée au stator du groupe ;
  - vitesse du groupe ;
  - tension efficace au point de livraison ;
  - puissance active fournie par le groupe en essai au point de livraison ;
  - puissance réactive échangée avec le réseau au point de livraison ;
  - fréquence du réseau au point de livraison

Pour l'essai 1 :

- Temps au bout duquel le groupe est disponible au recouplage après ouverture du disjoncteur HTB.

Pour l'essai 3 :

- Temps de recouplage au réseau après demande du Gestionnaire du Réseau HTB.

**Critères de conformité**

Essai 1 :

- Réussite de l'îlotage : pas de déclenchement, en particulier par survitesse, alimentation correcte des auxiliaires ; le groupe doit être prêt à être recouplé
- Temps de disponibilité au recouplage après îlotage inférieur à 10 min.

Essai 2 :

- Pas de déclenchement

Essai 3 :

- Recouplage réussi du groupe au réseau par l'intermédiaire du disjoncteur HTB (cf. critères de l'essai 3 de la fiche 2)
- Temps de recouplage après demande du Gestionnaire du Réseau HTB inférieur à 4 min.

FICHE N° 8  
RENOI DE TENSION

### Principes généraux

A la suite d'un incident généralisé du système électrique, la réalimentation des clients passe par la reconstitution du réseau dont une première phase est la mise sous tension à vide des ouvrages HTB par les moyens de production se trouvant en situation d'îlotage sur leurs auxiliaires.

### But des essais

Le but de ces essais est de vérifier que :

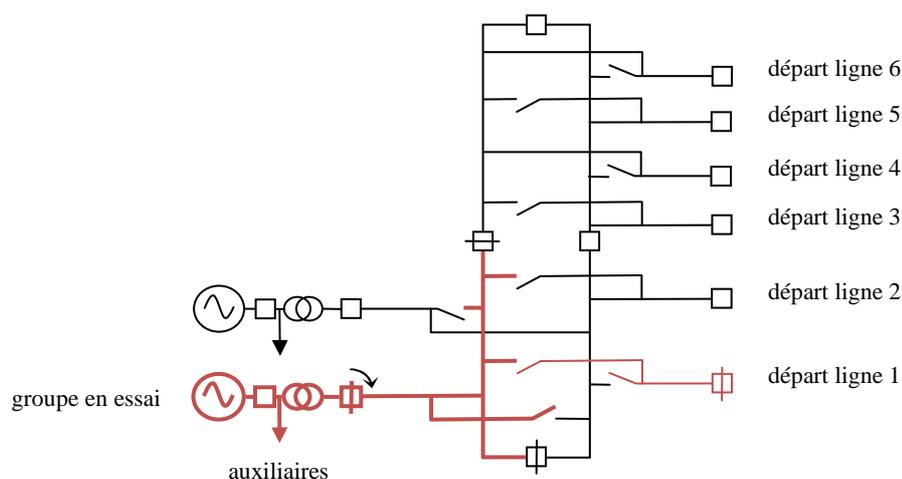
- le disjoncteur HTB d'évacuation du groupe îloté peut se fermer même en l'absence de tension sur la barre HTB du poste de raccordement,
- la tension stator du groupe peut être réglée à une valeur suffisamment basse pour pouvoir mettre sous tension une liaison HTB du réseau sans risque de surtension en extrémité de cette liaison,
- la mise sous tension d'une liaison HTB par le groupe ne doit pas le faire déclencher.

### Documents de référence

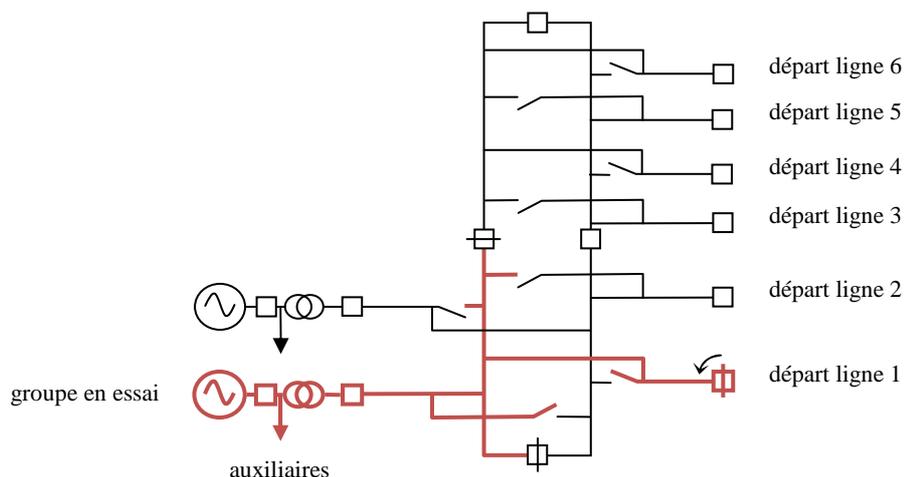
- SEI REF 01
- SEI REF 05

### Description des essais

- **Essai 1 :** Groupe initialement îloté sur ses auxiliaires : fermeture du disjoncteur HTB d'évacuation du groupe sur un tronçon de barres du poste de raccordement, préalablement mis hors tension par le Gestionnaire du Réseau HTB.



- **Essai 2 :** Mise sous tension d'une liaison HTB par fermeture du disjoncteur du départ de la liaison au poste de raccordement, préalablement mise hors tension par le Gestionnaire du Réseau HTB.



- **Essai 3** : Couplage du groupe au réseau par la fermeture du disjoncteur HTB de la liaison au poste encadrant le poste de raccordement, par le Gestionnaire du Réseau HTB.

### Conditions de réalisation

- Les essais doivent être programmés et réalisés en liaison avec le Gestionnaire du Réseau HTB.
- Dans le cas d'installations multigroupes, les essais doivent être réalisés pour chaque groupe.

### Spécifications du Gestionnaire du Réseau HTB

- Pour l'essai 2, le Gestionnaire du Réseau HTB précise la valeur de la tension HTB en sortie du transformateur de groupe avant la mise sous tension de la ligne.
- La fréquence d'échantillonnage est au moins égale à 200 Hz, avec un filtrage de type passe-bas coupant à 10 Hz, pour les grandeurs groupe plus la fréquence du réseau, et à 5 kHz avec un filtrage de type passe-bas à 1 kHz, pour les grandeurs au point de livraison sauf pour la fréquence du réseau.

### Résultats à communiquer par le Producteur

- Procédure d'essais décrivant les étapes réalisées, les conditions d'essai, les points de mesure.
- Enregistrement des grandeurs suivantes pour chacun des essais :
  - tensions instantanées au point de livraison ;
  - tension efficace au point de livraison ;
  - puissance active fournie par le groupe en essai au point de livraison ;
  - puissance réactive échangée avec le réseau au point de livraison ;
  - tension efficace au stator du groupe ;
  - puissance active fournie au stator du groupe ;
  - puissance réactive échangée au stator du groupe ;
  - vitesse du groupe ;
  - fréquence du réseau au point de livraison

### Critères de conformité

Essai 1 :

- fermeture du disjoncteur HTB du groupe ; pas de déclenchement du groupe

Essais 2 et 3 :

- pas d'oscillation du groupe ; pas de déclenchement du groupe

| FICHE N° 9<br><b>DÉMARRAGE EN MODE AUTONOME</b>  |
|--|
| <p><b>Principes généraux</b></p> <p>A la suite d'un incident généralisé du système électrique conduisant au déclenchement du groupe de production, celui-ci doit pouvoir redémarrer en mode autonome (c'est-à-dire sans alimentation électrique externe) et se mettre en état de disponibilité, soit pour faire du renvoi de tension, soit pour se recoupler au réseau si ce dernier a été remis sous tension au moyen d'autres sources.</p>   |
| <p><b>But des essais</b></p> <p>Le but de ces essais est de vérifier que le groupe a la capacité de redémarrer et de se maintenir en état de disponibilité, sans alimentation électrique externe.</p>  |
| <p><b>Documents de référence</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▫ SEI REF 01</li> <li>▫ SEI REF 05</li> </ul>  |
| <p><b>Description des essais</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▫ <b>Essai 1</b> : Groupe initialement à l'arrêt, auxiliaires non alimentés à l'exception de ceux pouvant être alimentés par batterie de secours, et disjoncteur HTB d'évacuation du groupe ouvert : démarrage du groupe en autonome, c'est-à-dire sans alimentation électrique externe de ses auxiliaires, et fonctionnement en mode autonome pendant 15 minutes.</li> <li>▫ <b>Essai 2</b> : Couplage au réseau par la fermeture du disjoncteur HTB d'évacuation du groupe et retour à un fonctionnement normal.</li> </ul>  |
| <p><b>Conditions de réalisation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Les essais doivent être programmés et réalisés en liaison avec le Gestionnaire du Réseau HTB.</li> <li>▫ Dans le cas d'installations multi-groupes, les essais doivent être réalisés pour chaque groupe.</li> </ul>   |
| <p><b>Spécifications du Gestionnaire de Réseau HTB</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▫ La fréquence d'échantillonnage est au moins égale à 200 Hz, avec un filtrage de type passe-bas coupant à 10 Hz.</li> </ul>   |
| <p><b>Résultats à communiquer par le Producteur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Procédure d'essais décrivant les étapes réalisées, les conditions d'essai, les points de mesure.</li> <li>▫ Enregistrement des grandeurs suivantes pour chacun des essais : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ tension efficace au point de livraison ;</li> <li>○ puissance active fournie par le groupe en essai au point de livraison ;</li> <li>○ puissance réactive échangée avec le réseau au point de livraison ;</li> <li>○ tension efficace au stator du groupe ;</li> <li>○ puissance active fournie au stator du groupe ;</li> <li>○ puissance réactive échangée au stator du groupe ;</li> <li>○ vitesse du groupe ;</li> <li>○ fréquence du réseau au point de livraison.</li> </ul> </li> </ul> |

**Critères de conformité**

Essai 1 :

- démarrage du groupe en moins de 15 minutes et fonctionnement stable en mode autonome sans déclenchement pendant 15 minutes.

Essai 2 :

- non déclenchement du groupe lors du couplage.

FICHE N° 10  
QUALITÉ DE LA TENSION

**Principes généraux**

Même si une bonne qualité de la tension délivrée par les sources de tension du réseau n'est pas une condition suffisante pour garantir un niveau satisfaisant de qualité de la tension chez les utilisateurs du réseau, elle est néanmoins une condition nécessaire.

**But des essais**

Le but de ces essais est de vérifier que les perturbations produites par l'installation de production, mesurées au point de livraison, n'excèdent pas les valeurs limites autorisées.

**Documents de référence**

- SEI REF 01
- SEI REF 05

**Description des essais**

Fonctionnement « normal » sur plusieurs jours afin de se placer dans différentes configurations d'exploitation du réseau et de l'installation, si possible les plus contraignantes d'un point de vue qualité de la tension (couplage, enclenchements, variation de charge, ...) et enregistrement en continu des grandeurs suivantes :

- Fluctuations rapides de la tension (flicker)
  - Valeur du Pst (tel que défini dans la publication CEI 61000-4-15)

- Déséquilibre
  - Taux de déséquilibre de la tension en %

- Harmoniques
  - Valeur des injections harmoniques (rangs 2 à 40)  $I_{hn}$  en A

- Taux global d'harmonique =  $\tau_g = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} I_{hn}^2} \times \frac{\sqrt{3} U_n}{S}$

où  $U_n$  est la valeur de la tension nominale au point de livraison

S est la puissance apparente maximale de l'installation tant que celle-ci reste inférieure à 5% de  $S_{cc}$ . Sinon elle est considérée égale à 5% de  $S_{cc}$ .

**Conditions de réalisation**

- Les essais doivent être programmés et réalisés en liaison avec le Gestionnaire du Réseau HTB.
- Dans le cas d'installations multi-groupes, les essais doivent être réalisés pour chaque groupe.

**Spécifications du Gestionnaire du Réseau HTB**

**Résultats à communiquer par le Producteur**

- Procédure d'essais décrivant les étapes réalisées, les conditions d'essai, les points de mesure.
- Enregistrement des grandeurs décrites ci-dessus moyennées sur 10 minutes.

**Critères de conformité**

- Papillotement :  $Pst_{max} = 1$
- Déséquilibre : taux de déséquilibre max = 1 %
- Harmoniques : courants harmoniques maximaux  $I_{hn \ max} = k_n \times \frac{S}{\sqrt{3}U_n}$

où  $k_n$  est le coefficient de limitation défini en fonction du rang  $n$  de l'harmonique :

| Rangs impairs | $k_n$ (%) | Rangs pairs | $k_n$ (%) |
|---------------|-----------|-------------|-----------|
| 3             | 6,5       | 2           | 3         |
| 5 et 7        | 8         | 4           | 1,5       |
| 9             | 3         | > 4         | 1         |
| 11 et 13      | 5         |             |           |
| > 13          | 3         |             |           |

Taux global max :  $\tau_{g \ max} = 8 \%$