

**Raccordement d'une production décentralisée en HTA  
Impact sur la transmission des signaux tarifaires**

<i>HISTORIQUE DU DOCUMENT</i>		
Indice	Nature de la modification	Date publication
V1.1	Création	2 septembre 2005
V1.2	Utilisation des taux mesurés au lieu du taux par défaut de 2,3 %	28 février 2006

## **Objet de l'étude :**

En France, le système de diffusion d'ordres de comptage (pilotage des tarifs jour/nuit par exemple) est basé sur l'envoi d'une onde à fréquence musicale multiple non entier du 50 Hz (ajoutée au 50 Hz en plus de l'énergie transmise) sur les réseaux électriques.

Il est largement utilisé pour transmettre les signaux tarifaires par les opérateurs de réseaux vers les clients. Ces ordres tarifaire ou TCFM (Télécommande Centralisée à Fréquence Musicale) se propagent partout et sont disponibles chez tous les clients.

Toutefois, certaines configurations de raccordement sur le réseau viennent nuire à la bonne transmission de ces ordres tarifaires. Exemples : l'installation de nouveaux producteurs autonomes (éolienne, petit hydraulique, petite turbine à gaz, ...), l'installation de nouveaux équipements (batterie de condensateur, filtre), ...

Il s'agit de vérifier que le raccordement de l'installation ne perturbe pas les émissions du signal tarifaire.

Cette étude est à réaliser de manière systématique dès que la somme des puissances nominales des machines tournantes (notamment de production) déjà raccordées ou placées devant l'installation HTA dans la file d'attente (installation à étudier comprise) dépasse 5% de la puissance des n-1 transformateurs HTB/HTA de plus faible puissance dans le poste source.

### **A. Hypothèses :**

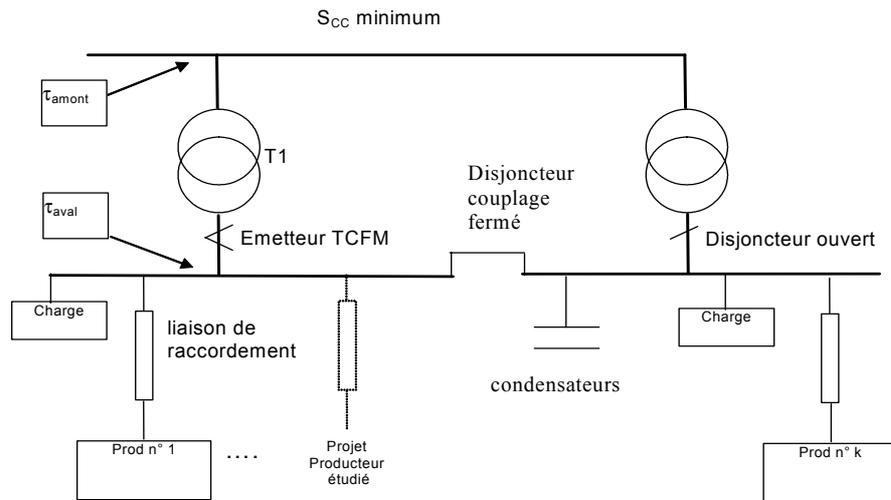
#### **Modélisation**

##### **A.1) Réseau**

L'atténuation des signaux de TCFM est étudiée généralement dans le cas où un transformateur est indisponible au poste-source, ce qui constitue la situation de référence à prendre en compte pour le calcul des seuils amont et aval du taux des signaux de transmission tarifaire. Dans certaines configurations du réseau, il peut s'avérer nécessaire de vérifier également l'atténuation des signaux sur le transformateur sur lequel est raccordé en schéma normal le départ desservant le Producteur.

Les autres hypothèses d'étude sont les suivantes :

- le réseau HTB est à sa puissance de court circuit minimum,
- les condensateurs au poste sont hors service (seuls sont pris en compte ceux sans régulation varométrique connectés en permanence),
- les câbles souterrains HTA sont modélisés par des condensateurs de capacité équivalente,
- les charges sont à  $P^*$ max,
- les machines et filtres passifs des sites de production sont normalement couplés au réseau.



## A.2) Producteurs

Il est nécessaire de prendre en compte les installations de production suivantes dans les calculs :

### Avant raccordement

- Installations à couplage permanent : on prendra en compte toutes les installations de production déjà raccordées sur le poste source et les installations présentes dans la File d'attente et antérieures à l'installation étudiée :
  - installations non équipées de filtre : toutes ces installations doivent être prises en compte dans cette étude sauf s'il s'agit d'installations à couplage fugitif ou d'installations raccordées dans le poste source en amont de l'injection TCFM,
  - installations équipées d'un filtre passif : ces installations doivent être prises en compte. Elles doivent être modélisées avec leur filtre passif afin de tenir compte de son effet,
  - installations équipées d'un filtre actif : ces installations ne doivent pas être prises en compte. La compensation assurée par les filtres actifs devant être totale.
- Installations à couplage fugitif : ces installations ne doivent pas être prises en compte. Compte tenu de la courte durée pendant laquelle celles-ci sont couplées au réseau, elles sont considérées sans effet sur le signal tarifaire.

### Après raccordement

- Les mêmes installations que précédemment,
- L'installation de production étudiée.

### Installations de production non éoliennes

#### **Machines synchrones**

Cette machine est modélisée par une génératrice synchrone en utilisant sa puissance nominale:  $S_n$  et la réactance subtransitoire :  $x_d''$  et en série le transformateur élévateur de l'installation.

#### **Machines asynchrones**

Cette machine est modélisée par une génératrice asynchrone en utilisant sa puissance nominale:  $S_n$ , le rapport  $I_d/I_n$  ( $I_d/I_n$  et  $\cos\phi_d$  sont calculés à partir des impédances de la modélisation de la machine) et le  $\cos\phi_d$  au démarrage, et en série le transformateur élévateur de l'installation.

Si des condensateurs de compensation du réactif absorbé par la machine asynchrone sont prévus aux bornes de la machine, ils sont modélisés.

#### **Installations équipées d'un filtre passif**

L'installation est modélisée comme indiqué ci dessus avec un filtre bouchon en amont du ou des ensembles machine + transformateur élévateur. Les paramètres L1, R1, C2, R2 du filtre sont pris à leur valeur nominale.

### **Installations équipées d'onduleurs**

Le (ou les) convertisseurs de l'installation est (ou sont) modélisé(s) par une (ou plusieurs) impédance(s) R-X série ou parallèle. Si cette impédance est infinie, l'installation ne sera pas modélisée.

### **Installations de production éoliennes**

La description des familles d'aérogénérateurs est donnée dans le mode d'emploi public des fiches de collecte des sites éoliens.

#### **Aérogénérateurs des familles 2, 3 et 5**

Cette génératrice alternative est modélisée par une génératrice asynchrone en utilisant sa puissance nominale:  $S_n$ , le rapport  $I_d/I_n$  ( $I_d/I_n$  et  $\cos\phi_d$  doivent être calculés à partir des impédances de la modélisation de la machine) et le  $\cos\phi_d$  au démarrage. Si des condensateurs de compensation du réactif absorbé par la machine asynchrone sont prévus aux bornes de la machine, ils sont modélisés. L'étude modélise chaque aérogénérateur avec ses gradins de condensateurs propres en service au couplage par vent faible.

Pour la famille 3, on réalise l'étude pour les deux machines (la prédiction de la machine ayant le plus fort impact n'est pas possible).

Pour la famille 5, on réalise l'étude avec les caractéristiques propres de la machine, c'est à dire sans tenir compte de l'impédance que peut rajouter le dispositif couplé au rotor.

Le volume de gradins à prendre en compte est :

- pour la machine principale : Total des gradins enclenchés lorsque la machine principale est à vide (selon la fiche B5 des Fiches de Collecte de renseignement),
- pour la machine secondaire : Total des gradins enclenchés lorsque la machine secondaire est à vide (selon la fiche B5 des Fiches de Collecte de renseignement).

#### **Aérogénérateurs de la famille 4**

Cette génératrice alternative est modélisée par une génératrice asynchrone en utilisant sa puissance nominale:  $S_n$ , le rapport  $I_d/I_n$  ( $I_d/I_n$  et  $\cos\phi_d$  sont calculés à partir des impédances de la modélisation de la machine) et le  $\cos\phi_d$  au démarrage. On modélise chaque aérogénérateur en prenant les caractéristiques de la machine tournante fournies sans les éventuels gradins de condensateurs.

#### **Aérogénérateurs de la famille 6**

On distingue les onduleurs à commutation forcée, essentiellement à MLI (modulation de largeur d'impulsion avec composants IGBT) et les onduleurs à commutation assistée par le réseau, essentiellement à base de thyristors.

L'étude est réalisée en modélisant le convertisseur par une impédance R-X série ou parallèle à la fréquence de TCFM dont la valeur est donnée par le Producteur dans la fiche de collecte.

### **A.3) Consommateurs**

Les machines tournantes des consommateurs se comportent de la même manière que les machines tournantes des génératrices alternatives d'un point de vue 175 Hz.

#### **Machines synchrones**

Ce moteur alternatif est modélisé par un moteur synchrone en utilisant sa puissance nominale:  $S_n$  et la réactance subtransitoire :  $X_d''$

et en série le transformateur élévateur de l'installation.

#### **Machines asynchrones**

Ce moteur alternatif est modélisé par un moteur asynchrone en utilisant sa puissance nominale:  $S_n$ , le rapport  $I_d/I_n$  ( $I_d/I_n$  et  $\cos\phi_d$  sont calculés à partir des impédances de la modélisation de la machine) et le  $\cos\phi_d$  au démarrage

et en série le transformateur élévateur de l'installation.

Si des condensateurs de compensation du réactif absorbé par la machine asynchrone sont prévus aux bornes de la machine, ils sont modélisés.

### Installations équipées d'un filtre passif

L'installation est modélisée comme indiqué ci dessus avec un filtre bouchon en amont du ou des ensembles machine + transformateur élévateur. Les paramètres L1, R1, C2, R2 du filtre sont pris à leur valeur nominale.

### Données d'entrée

Les principales caractéristiques utilisées figurant dans les Fiches de collecte.

Dans un deuxième temps, si l'étude conclut à la nécessité de mettre en place un filtre et que le demandeur décide de mettre en place un filtre passif, les caractéristiques du filtre sont établies selon la fiche de collecte correspondante.

### Seuils applicables

La méthode consiste à comparer par modélisation :

- d'une part le  $\tau_{aval}$  (taux du signal tarifaire sur le jeu de barre HTA du poste source) :
  - sans l'installation de production,
  - avec l'installation de production étudiée.
  
- d'autre part le  $\tau_{amont}$  (taux du signal tarifaire sur les bornes HTB du transformateur HTB/HTA du poste source) :
  - sans l'installation de production étudiée,
  - avec l'installation de production étudiée.

Si l'on dispose de mesures des taux amont et aval, celles-ci sont utilisées. Le GRD indique dans ce cas les caractéristiques du réseau et des charges au moment de la mesure. Dans le cas contraire on prend un taux d'émission en HTA de 2,3%.

Pour que le raccordement du producteur sans filtre soit autorisé il faut que :

a) si on dispose de mesures des taux amont et aval :

$$\tau_{aval}^{mesuré} - (\tau_{aval}^{calculé\_avant} - \tau_{aval}^{calculé\_après}) \geq 1,37\% \quad \text{ou} \quad (\tau_{aval}^{calculé\_avant} - \tau_{aval}^{calculé\_après}) \leq 0,03\%$$

et

$$\tau_{amont}^{mesuré} + (\tau_{amont}^{calculé\_après} - \tau_{amont}^{calculé\_avant}) \leq 0,43\% \quad \text{ou} \quad (\tau_{amont}^{calculé\_après} - \tau_{amont}^{calculé\_avant}) \leq 0,03\%$$

b) si on ne dispose pas de telles mesures :

$$\tau_{aval}^{calculé\_après} \geq 1,37\% \quad \text{ou} \quad (\tau_{aval}^{calculé\_avant} - \tau_{aval}^{calculé\_après}) \leq 0,03\%$$

et

$$\tau_{amont}^{calculé\_après} \leq 0,43\% \quad \text{ou} \quad (\tau_{amont}^{calculé\_après} - \tau_{amont}^{calculé\_avant}) \leq 0,03\%$$

## B. Détermination de la solution de raccordement :

Si le taux aval et le taux amont restent après raccordement de l'installation de production dans les plages admissibles définies, il n'est pas nécessaire de demander au producteur d'installer un filtre.

Si le taux aval ou le taux amont ne restent pas après raccordement de l'installation de production dans les plages admissibles définies alors il est nécessaire de demander au producteur d'installer un filtre chez lui ou de le raccorder sur un transformateur HTB/HTA dédié aux producteurs si un tel transformateur de capacité suffisante existe dans le poste-source. Dans ce cas le Producteur est averti qu'il ne pourra disposer des signaux tarifaires pour ses installations de production et de consommation.

### Choix du filtre par le producteur

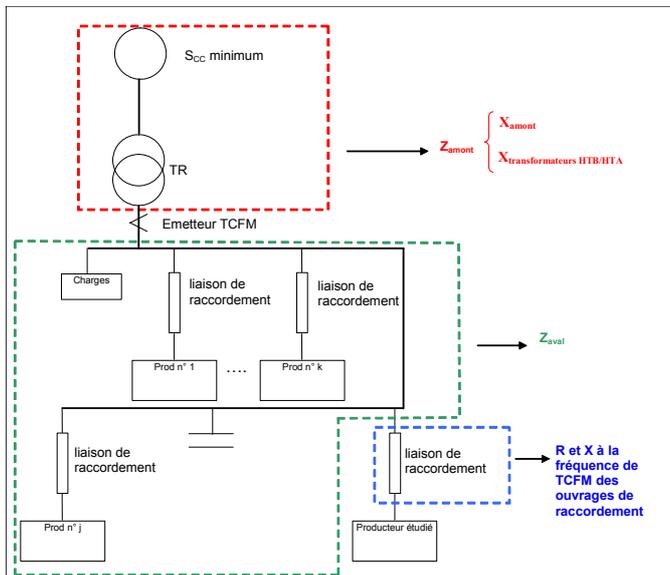
- Les caractéristiques du réseau à la fréquence de transmission des ordres tarifaires doivent être communiquées au producteur pour la conception de son filtre.
- Le producteur peut décider de mettre en œuvre **un filtre actif**. Dans ce cas aucune autre vérification complémentaire n'est à réaliser. Néanmoins, le producteur doit utiliser un filtre autorisé d'emploi et communiquer à l'opérateur de réseau le logiciel de télésurveillance de ce filtre ainsi que les numéros de téléphone et code d'accès correspondant de façon à permettre aux entités chargées de la conduite des réseaux HTA de consulter en temps réel l'état de fonctionnement du filtre.
- Le producteur peut décider de mettre en œuvre **un filtre passif**. Dans ce cas une validation de son efficacité doit être effectuée.

Le producteur doit aussi s'engager à :

- faire vérifier chaque année son filtre et à maintenir les procès verbaux de vérification sur le site à disposition de l'opérateur de réseau pour consultation,
- être en permanence en mesure de découpler son installation de production dans les 15 minutes sur appel de l'entité responsable de la conduite des réseaux en cas de problèmes de transmission du signal tarifaire. A défaut l'installation d'un dispositif d'échange d'information d'exploitation permettant à l'entité responsable de la conduite des réseaux d'émettre un ordre de découplage de l'installation de production doit être demandé.

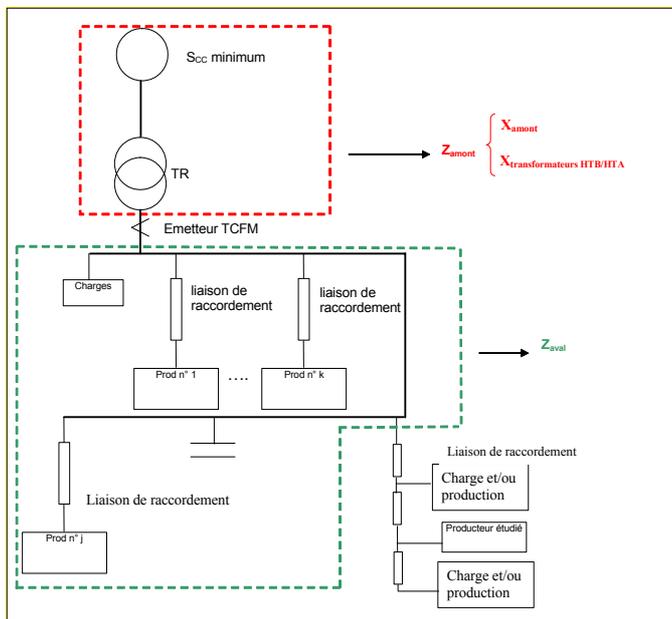
### Caractéristiques du réseau à la fréquence de TCFM à fournir au producteur :

Afin de permettre au producteur de vérifier l'étude et de définir son filtre, les caractéristiques suivantes du réseau doivent lui être communiquées pour un raccordement en départ dédié :



- impédances du réseau amont, ramenées en HTA :
  - $X_{amont}$  à la fréquence de TCFM (réseau HTB)
  - $X_{transformateurs\ HTB/HTA}$  à la fréquence de TCFM
- impédance aval du réseau  $Z_{aval}$  ( $R_{aval}$  et  $X_{aval}$  à la fréquence de TCFM) en dehors de l'impédance du producteur étudié). Cette impédance est équivalente à la mise en parallèle des impédances suivantes :
  - charges du poste source,
  - producteurs qui doivent être pris en compte pour l'étude "après raccordement", avec leurs ouvrages de raccordement et leurs filtres éventuels.
- $R_{raccord}$  et  $X_{raccord}$  à la fréquence de TCFM des ouvrages de raccordement HTA du producteur
- Capacité à la fréquence de TCFM équivalente aux condensateurs du poste-source et aux câbles.

Remarque : Dans le cas d'un raccordement sur un réseau existant, il est nécessaire de fournir les caractéristiques du réseau desservant le producteur, ainsi que les charges et/ou productions qui y sont raccordées.



### Vérification du filtre passif proposé par le producteur :

A partir du réseau renseigné pour l'étude après raccordement un filtre bouchon est ajouté dans l'installation du producteur. Les vérifications sont à réaliser selon les mêmes hypothèses que précédemment.

#### Conditions de validité du filtre

Pour que le filtre soit accepté, il faut qu'avec tous les jeux de paramètres choisis les conditions ci-dessous soient respectées :

a) on dispose de mesures des taux amont et aval :

$$\tau_{aval}^{mesuré} - (\tau_{aval}^{calculé\_avant} - \tau_{aval}^{calculé\_après\_avec\_filtre}) \geq 1,37\% \quad \text{ou} \quad (\tau_{aval}^{calculé\_avant} - \tau_{aval}^{calculé\_après\_avec\_filtre}) \leq 0,03\%$$

et

$$\tau_{amont}^{mesuré} + (\tau_{amont}^{calculé\_après\_avec\_filtre} - \tau_{amont}^{calculé\_avant}) \leq 0,43\% \quad \text{ou} \quad (\tau_{amont}^{calculé\_après\_avec\_filtre} - \tau_{amont}^{calculé\_avant}) \leq 0,03\%$$

b) on ne dispose pas de telles mesures :

$$\tau_{aval}^{calculé\_après\_avec\_filtre} \geq 1,37\% \text{ ou } \left( \tau_{aval}^{calculé\_avant} - \tau_{aval}^{calculé\_après\_avec\_filtre} \right) \leq 0,03\%$$

**et**

$$\tau_{amont}^{calculé\_après\_avec\_filtre} \leq 0,43\% \text{ ou } \left( \tau_{amont}^{calculé\_après\_avec\_filtre} - \tau_{amont}^{calculé\_avant} \right) \leq 0,03\%$$