

Mode d'emploi des fiches de collecte de renseignements pour une étude de faisabilité ou détaillée (avec ou sans Proposition Technique et Financière) dans le cadre du raccordement d'une centrale de production comprise entre 36 et 250 kVA au réseau BT de distribution exploité par ERDF

Identification : ERDF-OPE-RES\_03E

Version : 3

Nombre de pages : 12

Version	Date d'application	Nature de la modification	Annule et remplace
1	01/12/2005	Création	
2	01/04/2008	Prise en compte de l'identité visuelle d'ERDF	OPE-RES_14E
3	01/12/2008	Prise en compte du Décret n°2008-386 et de l'Arrêté du 23 avril 2008	

• Document(s) associé(s) et annexe(s)

**ERDF-FOR-RES\_09E** : « Fiches de collecte de renseignements pour une étude de faisabilité ou détaillée (avec ou sans Proposition Technique et Financière) dans le cadre du raccordement d'une centrale de production comprise entre 36 et 250 kVA au réseau public de distribution BT exploité par ERDF »

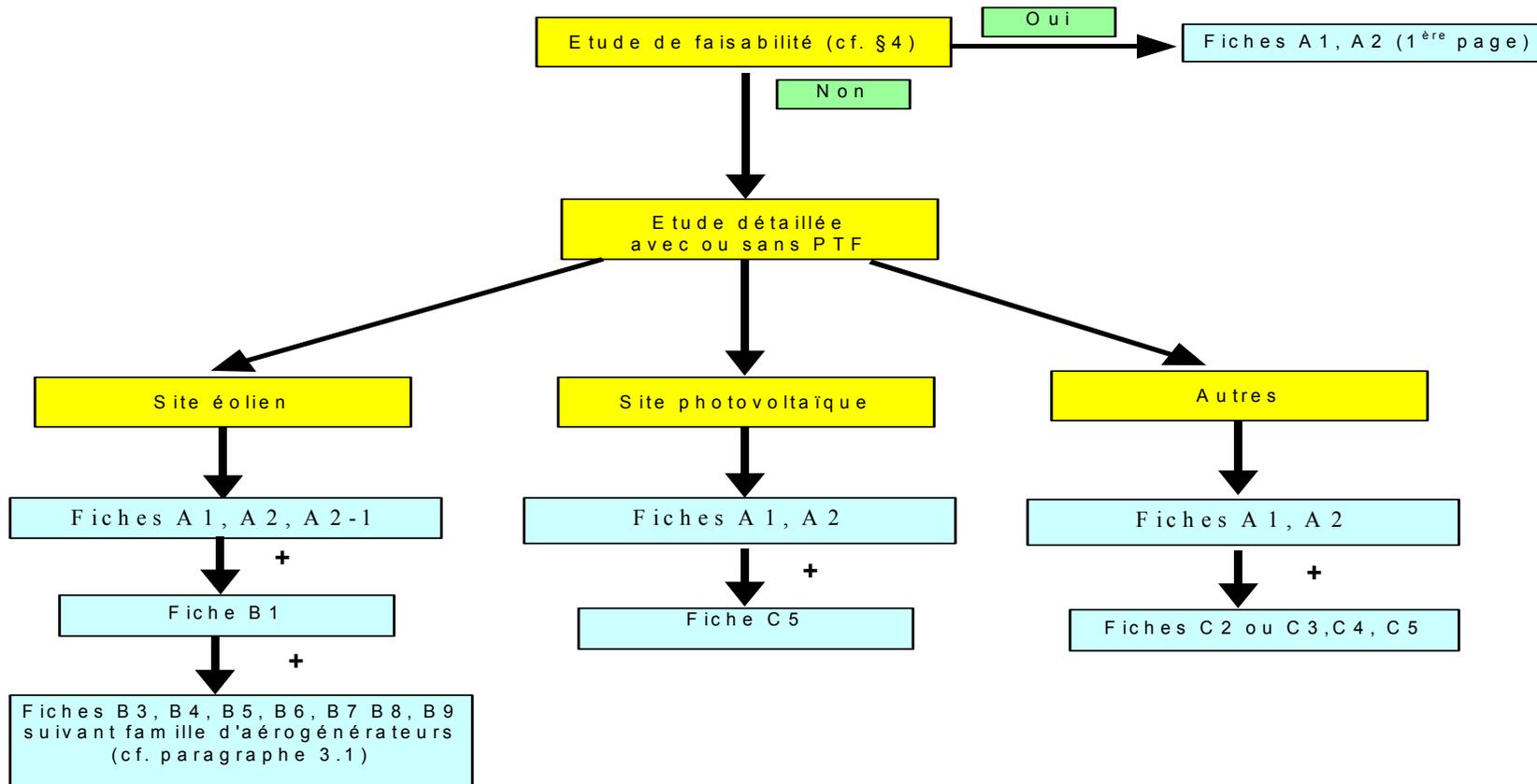
**Résumé / Avertissement**

Ce document précise le mode d'emploi des différentes fiches techniques à remplir par un demandeur dans le cadre d'une demande de raccordement d'une centrale de production comprise entre 36 et 250 kVA au réseau public de distribution BT exploité par ERDF.

## Sommaire

<b>1</b>	<b>Quelles fiches remplir ?</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Les différentes fiches de collecte</b>	<b>4</b>
2.1	Les fiches A	4
2.2	Les fiches B	4
2.3	Les fiches C	5
<b>3</b>	<b>Explications sur les données à fournir</b>	<b>5</b>
3.1	Familles d'aérogénérateurs pour les sites éoliens (fiches B3 à B9)	5
3.2	Puissance de production installée « $P_{max}$ » & Puissance de production maximale nette livrée au réseau public de distribution (Fiche A2)	9
3.3	Machine asynchrone (fiches B4 et C3)	9
3.3.1	Vérification du couplage	10
3.3.2	Calcul des paramètres $I_d$ / $I_n$ et $\cos(\phi_{id})$	11
<b>4</b>	<b>Études de faisabilité</b>	<b>12</b>

# 1 Quelles fiches remplir ?



## 2 Les différentes fiches de collecte

Une centrale de production raccordée en BT est composée schématiquement d'un poste de livraison assurant l'interface entre le réseau public de distribution inclus dans la concession de distribution, et l'installation électrique intérieure. Cette dernière dessert les équipements généraux servant à assurer son bon fonctionnement ainsi que les unités de production proprement dites, avec leurs auxiliaires.

Les fiches de collecte décrites dans ce document permettent de renseigner les caractéristiques de tous les constituants de la centrale de production, à l'exception des consommations autres que les auxiliaires de production.

La collecte des données techniques des centrales à raccorder en BT se fait en deux parties :

- collecte des renseignements sur le site de production ; celle-ci se fait par l'intermédiaire des fiches A et permet de prendre connaissance de la constitution générale du site et de caractériser les éventuels équipements généraux permettant son bon fonctionnement ;
- collecte des renseignements sur les unités de production elles-mêmes ; celle-ci se fait par l'intermédiaire des fiches B pour les centrales éoliennes et C pour les autres.

D'autre part, la procédure de traitement des demandes de raccordement (ERDF-PRO-RES\_21E) prévoit une étude de faisabilité pour les centrales de moins de 2,5 MW, nécessitant un nombre réduit d'informations. Celles-ci sont à renseigner dans les fiches A1 et A2, communes à tous les sites.

Les fiches de collecte ainsi que les documents qui doivent les accompagner, doivent être transmises en triple exemplaires, à l'exception de la documentation technique générale sur les machines de production qui peuvent être transmises en un seul exemplaire.

### 2.1 Les fiches A

Les fiches A collectent des renseignements sur le site de production.

Les fiches sont au nombre de 3 :

- A1 : Données générales du projet,
- A2 : Caractéristiques du site,
- A2-1 : Caractéristiques du site éolien.

La fiche A2-1 doit être remplie uniquement si le site est éolien.

Seule les fiches A1 et la première page de A2 doivent être remplies lorsque le producteur demande une étude de faisabilité.

### 2.2 Les fiches B

Les fiches B collectent des renseignements sur les unités de production des sites éoliens.

Il s'agit de décrire précisément chaque modèle d'aérogénérateur constituant la ferme éolienne.

Il doit figurer autant de jeux de fiches B qu'il y a de modèles (marque + référence) d'aérogénérateurs dans le site.

Les fiches sont au nombre de 8 :

- B1 : Description générale d'un aérogénérateur,
- B3 : Machine synchrone de l'aérogénérateur,
- B4 : Machine asynchrone de l'aérogénérateur,
- B5 : Batteries de condensateurs de compensation propres à l'aérogénérateur,
- B6 : Dispositif de limitation du courant de couplage/découplage,
- B7 : Convertisseur statique au rotor couplé au réseau,
- B8 : Dispositif de régulation au rotor non couplé au réseau,
- B9 : Convertisseur statique au stator assurant le transit total de puissance.

La fiche B1 doit être systématiquement complétée pour chaque modèle d'aérogénérateur.

Les fiches B3 à B9 sont à compléter en fonction de la famille du modèle d'aérogénérateur et de la variante (cf. 3.1)

### **Remarques importantes**

- La fourniture dans la fiche B1 de toutes les données relatives au flicker de type 1 et 2 et aux harmoniques ainsi que des rapports de tests réalisés pour l'obtention de ces données par un laboratoire accrédité selon la norme CEI 61400-21 dispense de remplir les fiches B6, B7 ou B8.
- Dans la fiche B1, le tableau des injections harmoniques par rang n'est à remplir que pour les installations de production de famille 4 et 6.

## **2.3 Les fiches C**

Les fiches C collectent des renseignements sur les unités de production des sites hors éoliens.

Il doit figurer autant de jeux de fiches C qu'il y a de modèles (marque + référence) de machines de production dans le site.

Les fiches sont au nombre de 4 :

- C2 : Machines synchrones,
- C3 : Machines asynchrones,
- C4 : Batteries de condensateurs de compensation propres à la machine,
- C5 : Onduleurs assurant le transit total de puissance.

## **3 Explications sur les données à fournir**

### **3.1 Familles d'aérogénérateurs pour les sites éoliens (fiches B3 à B9)**

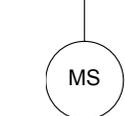
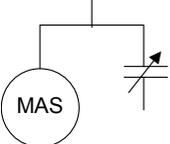
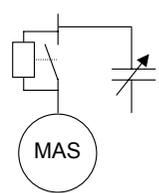
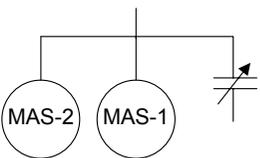
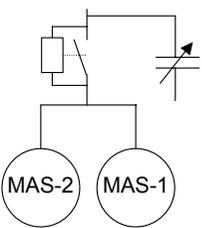
Les aérogénérateurs peuvent, compte tenu de la technologie actuelle, être classés en 6 familles, elles-mêmes divisées en sous-familles en fonction de diverses variantes :

- famille 1 : aérogénérateur équipé d'une machine synchrone et dépourvu d'électronique de puissance,
- famille 2 : aérogénérateur équipé d'une unique machine asynchrone et dépourvu d'électronique de puissance, à l'exception d'un éventuel limiteur de courant au couplage,
- famille 3 : aérogénérateur équipé de deux machines asynchrones et dépourvu d'électronique de puissance, à l'exception d'un éventuel limiteur de courant au couplage,
- famille 4 : aérogénérateur équipé d'une ou deux machines asynchrones avec cascade hypersynchrone,
- famille 5 : aérogénérateur équipé d'une ou deux machines asynchrones avec dispositif de contrôle de la résistance rotorique,
- famille 6 : aérogénérateur équipé d'une interface électronique intégrale.

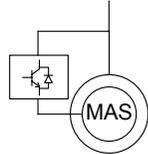
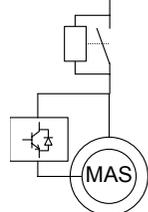
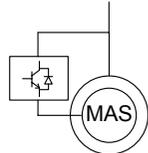
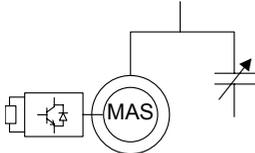
Les batteries de condensateurs sont représentées lorsque l'aérogénérateur peut en être équipé pour compenser sa consommation propre de puissance réactive. Aucun contacteur, interrupteur ou disjoncteur n'est représenté en dehors d'un éventuel dispositif de limitation du courant de couplage. Les éventuels filtres anti-harmoniques ne sont pas représentés.

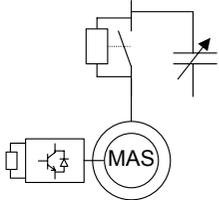
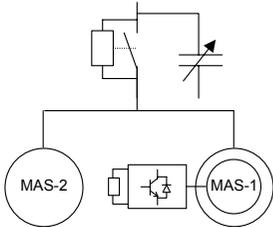
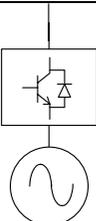
Le tableau, ci-après, décrit les 6 familles ainsi que leurs variantes et donne pour chacune des familles/variantes d'aérogénérateurs :

- le numéro de famille,
- les caractéristiques (désignation des éléments constitutifs),
- une représentation simplifiée,
- la liste des fiches de collecte « de type B » à compléter.

Famille / variante	Caractéristiques	Représentation	Fiches de collecte à compléter
1	Machine synchrone - sans condensateur		B1 : Description générale d'un aérogénérateur B3 : Machine synchrone de l'aérogénérateur
2	Machine asynchrone unique - sans dispositif de limitation du courant de couplage - avec condensateurs		B1 : Description générale d'un aérogénérateur B4 : Machine asynchrone de l'aérogénérateur B5 : Batteries de condensateurs de compensation propres à l'aérogénérateur
2-bis	Machine asynchrone unique - avec dispositif de limitation du courant de couplage (électronique ou impédant) - avec condensateurs		B1 : Description générale d'un aérogénérateur B4 : Machine asynchrone de l'aérogénérateur B5 : Batteries de condensateurs de compensation propres à l'aérogénérateur B6 : Dispositif de limitation du courant de couplage/découplage
3	Double machine asynchrone - sans dispositif de limitation du courant de couplage - avec condensateurs		B1 : Description générale d'un aérogénérateur 2 x B4 : Machine asynchrone de l'aérogénérateur B5 : Batteries de condensateurs de compensation propres à l'aérogénérateur
3-bis	Double machine asynchrone - avec dispositif de limitation du courant de couplage (électronique ou impédant) - avec ou sans condensateurs		B1 : Description générale d'un aérogénérateur 2 x B4 : Machine asynchrone de l'aérogénérateur B5 : Batteries de condensateurs de compensation propres à l'aérogénérateur B6 : Dispositif de limitation du courant de couplage/découplage.

Mode d'emploi des fiches de collecte de renseignements pour une étude de faisabilité ou détaillée (avec ou sans Proposition Technique et Financière) dans le cadre du raccordement d'une centrale de production comprise entre 36 et 250 kVA au réseau BT de distribution exploité par ERDF

Famille / variante	Caractéristiques	Représentation	Fiches de collecte à compléter
4	Machine asynchrone - avec convertisseur statique au rotor couplé au réseau - sans dispositif de limitation du courant de couplage - sans condensateurs		B1 : Description générale d'un aérogénérateur B4 : Machine asynchrone de l'aérogénérateur B7 : Convertisseur statique au rotor couplé au réseau
4-bis	Machine asynchrone - avec convertisseur statique au rotor couplé au réseau - avec dispositif de limitation du courant de couplage (électronique ou impédant) - sans condensateur		B1 : Description générale d'un aérogénérateur B4 : Machine asynchrone de l'aérogénérateur. B6 : Dispositif de limitation du courant de couplage/découplage B7 : Convertisseur statique au rotor couplé au réseau
4-ter	Double machine asynchrone - avec convertisseur statique au rotor couplé au réseau - sans dispositif de limitation du courant de couplage - sans condensateur		B1 : Description générale d'un aérogénérateur 2 x B4 : Machine asynchrone de l'aérogénérateur B7 : Convertisseur statique au rotor couplé au réseau.
5	Machine asynchrone - avec dispositif de régulation au rotor non couplé au réseau - sans dispositif de limitation du courant de couplage - avec condensateurs		B1 : Description générale d'un aérogénérateur B4 : Machine asynchrone de l'aérogénérateur B5 : Batteries de condensateurs de compensation propres à l'aérogénérateur B8 : Dispositif de régulation au rotor non couplé au réseau

Famille / variante	Caractéristiques	Représentation	Fiches de collecte à compléter
5-bis	<p>Machine asynchrone</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- avec dispositif de régulation au rotor non couplé au réseau</li> <li>- avec dispositif de limitation du courant de couplage</li> <li>- avec condensateurs</li> </ul>		<p>B1 : Description générale d'un aérogénérateur</p> <p>B4 : Machine asynchrone de l'aérogénérateur</p> <p>B5 : Batteries de condensateurs de compensation propres à l'aérogénérateur</p> <p>B6 : Dispositif de limitation du courant de couplage/découplage</p> <p>B8 : Dispositif de régulation au rotor non couplé au réseau</p>
5-ter	<p>Double machine asynchrone</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- une machine sans disposition particulière</li> <li>- une machine avec dispositif de régulation au rotor non couplé au réseau</li> <li>- avec dispositif de limitation du courant de couplage</li> <li>- avec condensateurs</li> </ul>		<p>B1 : Description générale d'un aérogénérateur</p> <p>2 x B4 : Machine asynchrone de l'aérogénérateur</p> <p>B5 : Batteries de condensateurs de compensation propres à l'aérogénérateur</p> <p>B6 : Dispositif de limitation du courant de couplage/découplage</p> <p>B8 : Dispositif de régulation au rotor non couplé au réseau.</p>
6	<p>Machine synchrone, asynchrone ou à aimant permanent</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- avec convertisseur statique assurant le transit total de puissance</li> <li>- sans condensateurs</li> </ul>		<p>B1 : Description générale d'un aérogénérateur</p> <p>B9 : Convertisseur statique au stator assurant le transit total de puissance</p>

### 3.2 Puissance de production installée « $P_{max}$ » & Puissance de production maximale nette livrée au réseau public de distribution (Fiche A2)

Les données de la fiche A2 servent de base au dimensionnement du raccordement de l'installation.

**La Puissance de production installée «  $P_{max}$  »** : correspond à la puissance qui figure (qui figurera) dans la déclaration ou la demande d'autorisation d'exploiter.

Pour l'application des dispositions de l'arrêté du 23 avril 2008, «  $P_{max}$  » désigne la puissance installée définie à l'article 1 du décret du 7 septembre 2000.

**Par convention, la puissance «  $P_{max}$  » est la puissance apparente pour l'installation de production raccordée en BT.**

**La puissance de production maximale nette livrée au réseau public de distribution** est la puissance de raccordement en injection.

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.

Cette puissance représente donc la puissance maximale délivrée au réseau en valeurs 10 minutes (qui ne sera jamais dépassée), elle doit donc tenir compte des éventuels dépassements de la puissance nominale de fonctionnement.

Par définition  $P_{inj} \leq P_{max}$

### 3.3 Machine asynchrone (fiches B4 et C3)

Une vérification des caractéristiques principales de la machine asynchrone (couplage dans lequel les impédances sont fournies,  $P_n$ ,  $S_n$ ,  $\cos\phi_i$ ,  $I_d/I_n$ ,  $\cos\phi_{hid}$ , ...) à partir des 6 impédances du modèle usuel en régime permanent est réalisée.

Les données nécessaires à la vérification sont :

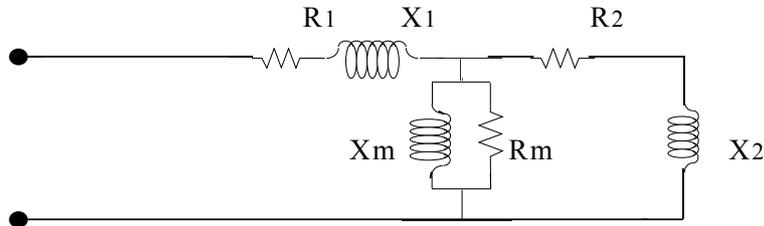
- puissance apparente nominale électrique (de la machine seule, sans tenir compte de la compensation par condensateurs ou électronique)
- tension de sortie assignée
- $\cos\phi$  nominal (sans tenir compte de la compensation par condensateurs ou électronique)
- courant nominal ( $I$  nominal<sup>1</sup>)
- couplage
- $I$  démarrage /  $I$  nominal<sup>2</sup> (rotor bloqué)
- glissement nominal en fonctionnement moteur
- $R_1$ ,  $X_1$ ,  $R_2$ ,  $X_2$ ,  $R_m$ ,  $X_m$

<sup>1</sup>  $I$  nominal de la machine seule, sans tenir compte de la compensation par condensateurs ou électronique)

<sup>2</sup>  $I$  nominal = identique à la note précédente

### 3.3.1 Vérification du couplage

Les constructeurs fournissent les caractéristiques propres telles que la tension d'alimentation, la puissance apparente  $S_n$ , le facteur de puissance  $\cos\phi$ , le glissement nominal  $g_n$ , le couplage et tiennent à disposition de l'utilisateur les données relatives au modèle équivalent de la machine asynchrone dont une représentation est proposée ci-dessous :



Equivalent à  
 $[(R2/g_n + X2) // (R_m // X_m)] + (R1 + X1)$

Modèle équivalent d'une machine asynchrone

La première étape consiste à vérifier que les paramètres équivalents fournis sont cohérents entre eux et cohérents avec le couplage indiqué. Pour cela, on calcule alors en régime nominal :

$$Z_n = R_n + jX_n$$

Puis ensuite les puissances apparente et active en étoile et en triangle :

$$S_n \text{ recalculé triangle} = 3 \frac{U_n^2}{Z_n}$$

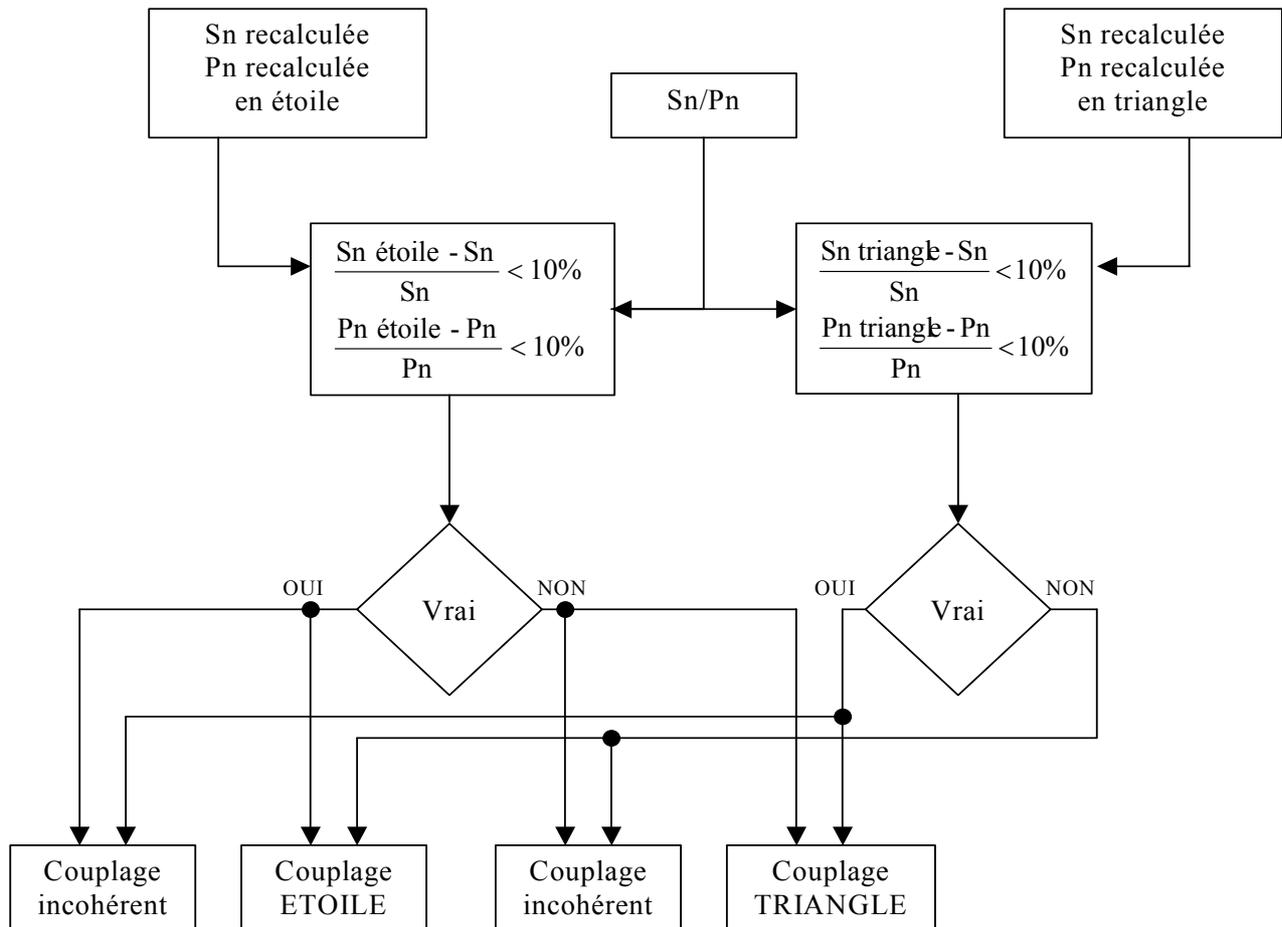
$$P_n \text{ recalculée triangle} = S_n \text{ triangle} \frac{R_n}{\sqrt{R_n^2 + X_n^2}}$$

$$S_n \text{ recalculée étoile} = \frac{U_n^2}{Z_n}$$

$$P_n \text{ recalculée étoile} = S_n \text{ étoile} \frac{R_n}{\sqrt{R_n^2 + X_n^2}}$$

Les vérifications du couplage sont obtenues par comparaison des valeurs recalculées de Sn et Pn avec celles fournies.

Si l'une des deux valeurs recalculées présentent une erreur supérieure à 10% par rapport à la valeur fournie, le couplage est dit « incohérent ». La vérification du couplage est illustrée ci dessous.



**Organigramme de vérification de la cohérence du couplage de la machine étudiée**

### 3.3.2 Calcul des paramètres Id/ In et cos(φ<sub>d</sub>)

La deuxième étape consiste à calculer des paramètres équivalents en régime de démarrage :

$$Z_d = R_d + jX_d = [(R_2 + X_2) // (R_m // X_m)] + (R_1 + X_1)$$

$$\text{Puis } I_d/I_n = \frac{Z_n}{Z_d} \text{ et } \cos \varphi_d \text{ recalculée} = \frac{R_d}{\sqrt{R_d^2 + X_d^2}}$$

## 4 Études de faisabilité

L' étude de faisabilité correspond entre autre, à un inventaire des caractéristiques du réseau permettant de statuer sur la faisabilité du raccordement. L'étude pourra comprendre les éléments ci-dessous (les éléments *en italique* sont fournis dans la mesure du possible) :

- nom du poste source,
- nom du départ alimentant le transformateur HTA/BT,
- puissance déjà installée de production sur ce départ HTA,
- nom du poste de transformation HTA/BT desservant le point *et son adresse*,
- puissance du transformateur et type du poste HTA/BT,
- *puissance maximale qui peut être installée dans le poste*,
- section et longueur du câble au départ du poste HTA/BT vers le client,
- *section longueur et type du câble du branchement.*