

Étude de tenue aux courants de court circuit pour le raccordement d'une production décentralisée en HTA - Analyse de risque

Identification :	Enedis-NMO-RES_040E
Version :	1
Nb. de pages :	1+xx

Version	Date d'application	Nature de la modification	Annule et remplace
1	15/09/2025	Création - changement de référence	Enedis-PRO-RES_08E

Document(s) associé(s) et annexe(s) :

Résumé / Avertissement

NB : Dans le cadre de son projet de simplification documentaire, Enedis modernise son système de référencement et met à jour toutes ses références de notes, tant internes qu'externes.
 Cette note Enedis-NMO-RES_040E remplace donc à l'identique la note Enedis-PRO-RES_08E, comme indiqué dans la note récapitulative Enedis-MOP-RCA_003E.

Ce document décrit les études de tenue aux courants de court circuit qui sont menées pour le raccordement d'une production décentralisée en HTA. Il précise en particulier l'analyse de risque réalisée dans le cadre de cette étude ainsi que les principes de facturation.

Étude de tenue aux courants de court circuit pour le raccordement d'une production décentralisée en HTA - Analyse de risque

Identification : Enedis-PRO-RES_08E

Version : 4

Nb. de pages : 6

Version	Date d'application	Nature de la modification	Annule et remplace
1	17/06/2005	Création	
2	02/10/2006	Changement d'identité visuelle	
3	01/03/2008	Prise en compte de l'identité visuelle d'ERDF	ERDF-NOP-RES_39E
4	15/02/2017	Prise en compte de la nouvelle dénomination sociale d'Enedis	ERDF-PRO-RES_08E

Résumé / Avertissement

Ce document décrit les études de tenue aux courants de court circuit qui sont menées pour le raccordement d'une production décentralisée en HTA. Il précise en particulier l'analyse de risque réalisée dans le cadre de cette étude ainsi que les principes de facturation.

SOMMAIRE

1. Contexte des études de courant de court-circuit.....	3
1.1. Normalisation et réglementation en vigueur.....	3
2. Modalités d'étude et de facturation	4
2.1. Hypothèses pour les études.....	4
2.2. Décision des travaux et règles de facturation pour les conducteurs.....	5
2.3. Décision des travaux et règles de facturation pour les appareillages	5
3. Calcul de la probabilité d'un dépassement de la tenue des conducteurs	5

1. Contexte des études de courant de court-circuit

Le gestionnaire du Réseau Public de Distribution doit vérifier la tenue de ses ouvrages vis à vis des contraintes de courant de court-circuit. Le but de l'étude est de vérifier la tenue aux courants de court-circuit des appareillages et des conducteurs suite à l'apport de courant de défaut par les générateurs. Ces études sont réalisées systématiquement lors de la réactualisation du schéma directeur et en particulier lors du raccordement d'un producteur.

Le raccordement de centrales de production accroît progressivement le niveau des contraintes de Puissance de Court-Circuit (Pcc) sur les réseaux, et Enedis doit prendre en compte cette contrainte dans ses hypothèses de dimensionnement. Les études prennent en compte l'apport en courant de court-circuit au Point de Livraison des producteurs. Au niveau de son Installation, c'est à dire en aval du Point de Livraison, le producteur peut installer tout dispositif permettant de limiter l'apport de courant de court-circuit.

1.1. Normalisation et réglementation en vigueur

La méthode utilisée pour le calcul des courants de défaut met en œuvre les principes de calcul de la CEI 60-909, conformément aux textes réglementaires : décret du 13 mars 2003 et arrêtés du 17 mars 2003. Les valeurs retenues pour la tenue des éléments de réseaux sont issues de la publication CEI 986 et de calculs prenant en compte l'élévation maximum de température du conducteur, la flèche en milieu de portée et la tenue aux efforts électrodynamiques pour le réseau aérien.

Les conséquences des courants de défaut sont multiples :

■ des effets thermiques,

Les courants de défaut réduisent les capacités mécaniques du conducteur. Par exemple, sur une ligne aérienne le cuivre s'écrouit et perd son élasticité, ce qui conduit à une augmentation de la flèche de la ligne qui ne respecte plus les distances au sol. Dans le pire des cas, il peut même y avoir fusion du métal et rupture de la ligne en plein conducteur ou sous manchon.

Les courants de défauts détériorent les caractéristiques des isolants, des câbles et appareillages par suite d'augmentation de température. Les isolants perdent leurs propriétés de façon irréversible avec pour conséquence la création de points faibles sièges de futurs défauts.

■ des effets électrodynamiques,

L'apparition du courant de défaut a également pour conséquence l'apparition d'efforts électrodynamiques entre conducteurs. Ces efforts sont proportionnels à la valeur du courant et dépendent de la distance entre conducteurs de phase. Ils sont donc maximum à l'apparition du défaut moment auquel le courant atteint sa valeur de crête. Le phénomène de « coup de fouet » survenant sur les lignes aériennes au moment d'un défaut aval constitue une très bonne illustration de cet effet. Si la tenue mécanique des matériels est dépassée, il y a rupture mécanique qui, dans le cas d'une ligne aérienne, peut donner lieu à une rupture d'armement ou de conducteur.

■ le dépassement des pouvoirs de coupure et de fermeture des appareils,

Chaque appareil de coupure possède un pouvoir de fermeture et un pouvoir de coupure sur défaut ; un dépassement des valeurs de dimensionnement de l'appareil de coupure a pour conséquence un risque de non coupure de l'arc ou de non fermeture du courant de défaut avec un risque fort de destruction de l'appareillage.

Dans l'étude des contraintes de courant de court-circuit, on ne considère que les défauts polyphasés permanents car :

- le courant de défaut suite à un défaut monophasé est limité par l'impédance de neutre du transformateur HTB/HTA et n'est pas suffisamment élevé pour mettre en contrainte le matériel ;
- la durée d'un défaut non permanent n'est pas suffisamment longue pour mettre en contrainte le matériel.

Les risques liés à ces effets sont donc :

- un vieillissement des éléments de réseau pour lesquels la tenue à la Pcc est dépassée entraînant à terme des conséquences en terme de continuité de fourniture,

- des conséquences sur la sécurité des personnes et des biens dès lors que le dépassement des contraintes conduit à la rupture d'un conducteur, au non-respect de distances au sol prévues par l'arrêté technique, à la détérioration de matériel avec impact sur l'environnement (personnes et biens)...

Les retours d'expérience suite aux incidents ayant pour origine un court-circuit sont pris en compte lors des visites de lignes.

Notons cependant que ces phénomènes présentent des caractéristiques variables, liées à l'impédance amont du réseau, en fonction du lieu du défaut, et qu'un dépassement des limites de tenue des matériels ne conduit pas systématiquement à un incident. La prise en compte de cette contrainte de courant de court circuit peut ainsi intervenir à partir du choix d'une probabilité d'un dépassement de la tenue du matériel, comme c'est le cas pour d'autres méthodes de dimensionnement des ouvrages, comme par exemple le calcul mécanique des lignes aériennes vis à vis des contraintes climatiques, qui prend en compte une période de retour d'un évènement climatique de 20 ans.

2. Modalités d'étude et de facturation

2.1. Hypothèses pour les études

Concernant les conducteurs, les études de contraintes de courant de court-circuit sont menées en schéma normal du Poste Source et ne prennent pas en compte de schéma secours. Une analyse de risque est réalisée à la suite.

Concernant les appareillages, notamment ceux en Poste Source, les études sont réalisées en schéma normal et en schéma secours.

Deux calculs sont alors menés :

- sur la base du réseau actuel ou décidé, un calcul sans le producteur détermine les matériels initialement en contrainte de courant de court-circuit,
- sur la base du réseau actuel ou décidé, un calcul avec le producteur détermine, dans les mêmes conditions, les matériels en contrainte.

La méthode consistant à une mise à niveau fictive du réseau après l'étape 1, puis à une étape 2 sur la base du réseau mis à niveau, conduirait en général à une légère augmentation des zones en contraintes de court-circuit du fait du producteur ; cette méthode difficile à mettre en œuvre dans le délai de présentation de la Proposition Technique et Financière (PTF) n'a pas été retenue.

S'il y a mutation du transformateur HTB/HTA en raison d'une contrainte en régime permanent du fait du producteur, le transformateur après mutation est pris en compte dans le calcul avec le producteur (étape 2).

Les adaptations des matériels en contrainte sans le producteur et du fait de la présence du producteur sont réalisées et facturées selon les principes définis ci dessous et avant la mise à disposition du raccordement. Conformément à la procédure de gestion des demandes de raccordement, ces calculs sont réalisés pour l'élaboration de la PTF. Le montant de la PTF reste prévisionnel, puisqu'il est ensuite précisé dans la Convention de Raccordement, avec les justifications associées au regard du tracé définitivement arrêté. Les travaux d'adaptation, à la charge du producteur, pour contraintes de courant de court-circuit sont intégrés au calcul du montant de l'acompte.

2.2. Décision des travaux et règles de facturation pour les conducteurs

L'étude consiste à déterminer quels sont les tronçons en contrainte. Puis, pour chaque tronçon la méthode de calcul de l'occurrence d'un dépassement de la tenue du matériel, telle que définie au paragraphe 3, est appliquée. L'occurrence admise est égale à celle usuellement retenue pour le traitement des risques vis à vis des contraintes climatiques (vent, givre). Chaque fois que l'occurrence (nombre moyen d'années pour un dépassement) ainsi calculée est inférieure au seuil de 20 ans, les travaux seront engagés pour lever les contraintes observées sur le réseau. Les travaux sont alors programmés, qu'ils soient à la charge d'Enedis ou du producteur, pour garantir la tenue du tronçon considéré vis à vis des contraintes de court-circuit, et en se basant sur le catalogue des matériels référencés et publiés dans le référentiel technique.

Si les études font apparaître des tronçons pour lesquels l'occurrence d'un dépassement est inférieure à 20 ans avant le raccordement du producteur, les travaux sont à la charge d'Enedis. Si les études font apparaître des tronçons pour lesquels l'occurrence d'un dépassement est inférieure à 20 ans après le raccordement du producteur, les travaux sont à la charge du producteur.

2.3. Décision des travaux et règles de facturation pour les appareillages

Si la tenue des appareillages aux contraintes de courant de court-circuit n'est pas satisfaite, les travaux sont programmés qu'ils soient à la charge d'Enedis ou du producteur, pour garantir la tenue de l'appareillage considéré vis à vis des contraintes de court-circuit calculées, et en se basant sur le catalogue des matériels référencés et publiés dans le référentiel technique.

Si la tenue des appareillages n'est pas satisfaite avant le raccordement du producteur, les travaux sont à la charge d'Enedis. Si la tenue des appareillages n'est plus satisfaite du fait du raccordement du producteur, les travaux lui sont alors facturés.

3. Calcul de la probabilité d'un dépassement de la tenue des conducteurs

Pour un tronçon en contrainte, il y a dépassement du seuil théorique de tenue du matériel uniquement dans les cas où :

- un défaut permanent polyphasé se produit,
- dans une certaine zone (ou partie du réseau) en aval du tronçon considéré (voir figure 1).

En effet, le dépassement de la tenue du tronçon étudié est maximal lorsqu'un défaut permanent polyphasé se produit à l'extrémité du tronçon, mais décroît notablement, en fonction de l'impédance du réseau, pour des défauts plus éloignés.

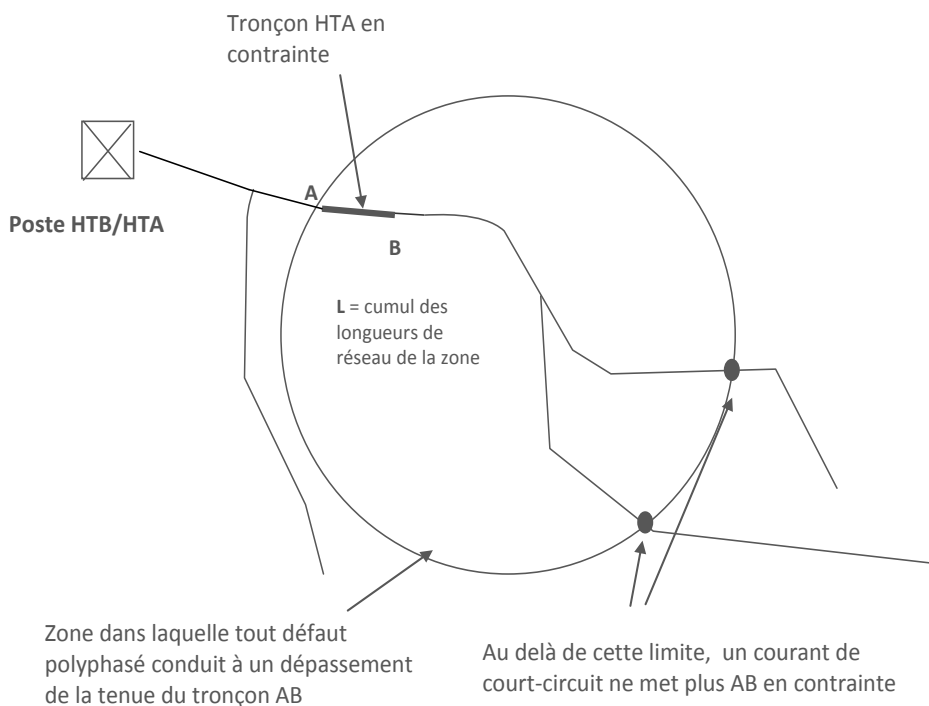


FIGURE 1 : zone aval mettant en contrainte le tronçon étudié

La zone mettant en contrainte le tronçon étudié est déterminée par des calculs de courants de court-circuits en appliquant la norme CEI 60-909.

La probabilité de dépassement de la tenue d'un tronçon est obtenue en prenant en compte la longueur cumulée (L) de réseau de la zone précédemment déterminée et le nombre moyen de défauts pris, de façon normative en fonction des statistiques nationales d'incident, égal à 0,48 défauts permanents polyphasés pour 100 km et par an. Ce chiffre est calculé à partir :

- du nombre total de défaut égal à 3,0 défauts pour 100 km et par an,
- de la répartition des défauts, à savoir 16% de défaut polyphasé permanent.

L'occurrence, en années, est égale à l'inverse de la probabilité d'un dépassement de la tenue et s'établit ainsi :

$$\text{Occurrence [nombre moyen d'années pour un dépassement]} = \frac{1}{\{ \text{Longueur cumulée de la zone aval [km]} \times \text{Nombre moyen de défauts [défaut par km et par an]} \}}$$

ou encore

$$\text{Occurrence} = \frac{1}{\{ 0,48 \times L [100 \text{ km}] \}}$$

Nota : L est compté en 100 km dans cette formule.

L'occurrence inférieure à 20 ans est obtenue pour des longueurs L supérieures à 10,4 km.