



ALEAS TECHNIQUES

RÉSEAU DE DISTRIBUTION D'ÉLECTRICITÉ

Impact sur le plan de tension

Version V0 du 01.09.2011

IMPACT SUR LE PLAN DE TENSION

PRESENTATION ET PRISE EN CONSIDERATION

Identification : DTR-Altec-Ten
Version : V0

Nombre de pages : 11

Version	Date d'application	Auteur	Nature de la modification
V0	01/09/2011	WB / ORD-TE	Texte original

Objet de l'étude

L'étude du plan de tension consiste à l'évaluation de la possibilité de raccordement d'un site, en fonction du bilan de puissance de la zone géographique concernée ainsi que des caractéristiques souhaitées pour l'installation, afin de respecter les normes en termes de chute de tension.

Il est à noter que dans ce document nous ne traitons que les problèmes de fluctuations lentes de la tension. Les variations rapides seront traitées dans un autre document.

Présentation du sujet

La chute de tension dans un conducteur résulte de pertes par effet joule. Une partie de l'énergie véhiculée est absorbée par ces mêmes conducteurs et dissipée sous forme de chaleur.

La chute de tension, et par conséquent les pertes et les échauffements occasionnés, dépendent de ces principaux critères :

- la résistivité des matériaux conducteurs (en $\Omega \text{ mm}^2 / \text{m}$) ; c'est par ce critère que l'on définit que le cuivre est meilleur conducteur que l'aluminium, mais moins bon que l'argent
- la section des conducteurs (en mm^2) ; plus la section est importante, plus les électrons circulent librement
- l'intensité du courant qui le traverse (en A) ; un courant élevé dans une section inadaptée peut engendrer en plus des pertes, des dégradations du conducteur
- la longueur du conducteur (en m) ; plus la distance parcourue est longue, plus il y aura d'énergie de dissipée

D'autres facteurs plus abstraits entrent en jeu tels que :

- le facteur de puissance $\cos(\varphi)$; idéalement égal à 1, dépend de la qualité de l'installation en aval, plus exactement du type de matériel alimenté
- La réactance linéique (en Ω / m) ; liée aux perturbations résultant des champs électromagnétiques générés par le passage du courant
- Le type de réseau (monophasé ou triphasé)

Outil de l'étude

Un outil indispensable à cette étude est la fiche de collecte de donnée, qui permet de connaître les caractéristiques souhaitées pour un raccordement ; ainsi que l'outil de gestion cartographique pour connaître le réseau existant dans la zone géographique du demandeur.

Description des utilisateurs du réseau

- Producteurs :

Chaque producteur est pris en compte en fonction :

- De la puissance active maximale injectée ou susceptible d'être injectée sur le réseau
- De la valeur de fourniture de réactif figurant dans les clauses d'Accès au Réseau. En cas de non indication, prendre la valeur par défaut : $\tan(\varphi) = 0$

- Consommateurs :

Les consommations à prendre en compte sont les consommations minimales :

- La consommation minimale du départ HTA sur lequel est raccordé le poste DP desservant le producteur est déterminé par application d'un coefficient de réduction R (ratio de Pmin réelle / P*max) au niveau du départ HTA du producteur. A défaut R = 0.2
- A défaut de mesure précise, la consommation minimale du réseau BT est déterminée par application d'un coefficient de réduction R = 0.2 sur les charges maximales du réseau

Les charges consommatrices sont affectées d'une valeur $\tan(\varphi) = 0.4$.

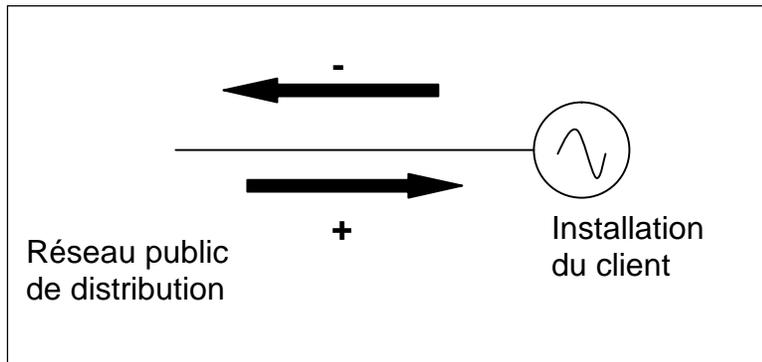
Le facteur $\tan(\varphi)$ se définit comme le rapport de la puissance réactive injectée ou absorbée sur la puissance active injectée.

Il est à noter que l'analyse du $\tan(\varphi)$ se fait au point de livraison du raccordement, et non pas dans l'installation intérieure du client.

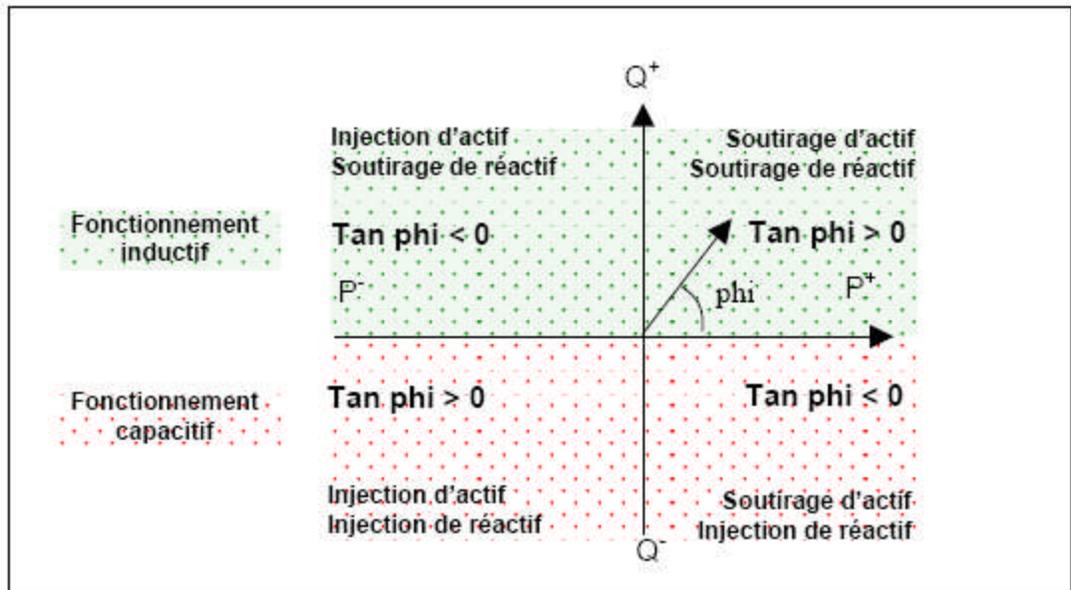
Hypothèses d'étude et conventions

L'étude du plan de tension vise à certifier le respect des limites hautes de tension en HTA et BT selon les besoins de fourniture au réseau de puissance active et réactive.

La convention fixe le signe d'évaluation du transit de puissance de la manière suivante, ce qui nous permet de connaître ainsi le type de fonctionnement rencontré sur le réseau.



	Puissance active	Puissance réactive
Injection	P^-	Q^-
Soutirage	P^+	Q^+



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

Elle prend en compte une tolérance de 1% due à la chaîne de mesure et au fonctionnement discret du régleur. La tension de consigne au poste source est optimisée en fonction du profil de tension au niveau HTA et BT, ainsi qu'aux différents profils de charge.

Si la tension de consigne du régleur au poste source est fixe, le calcul doit prendre en compte la valeur de consigne existante U_0 .

Si la tension de consigne du régleur au poste source est variable avec la charge (compoundage), la tension de consigne de référence est prise égale à :

$$U'_0 = U_0 + (P_{\min} / P_{\max}) * T_{\text{compoundage}}$$

- Avec:
- U_0 consigne de tension à vide du régleur
 - U_c consigne de tension à pleine charge
 - $T_{\text{compoundage}} = U_c - U_0$

Raccordement

Lors d'un raccordement, il est nécessaire de prévoir si le transit de puissance permet ce raccordement tout en respectant les normes de tenue en tension.

Le raccordement alors proposé doit permettre d'une part au gestionnaire de respecter ses obligations réglementaires et contractuelles en matière de tenue en tension et d'autre part au client d'exploiter son raccordement jusqu'au seuil de puissance souscrit.

Notons que la puissance de raccordement est la puissance calculée à partir de la puissance nominale de fonctionnement des machines installées, déduction faite de la consommation minimale des auxiliaires ainsi que des autres besoins minimaux de consommation.

Contraintes sur les niveaux de tension

Pour s'assurer une conformité en toute situation, l'analyse de la chute de tension dans les différents cas pouvant être traités, arrive aux conclusions suivantes :

La tension de consigne du régleur peut être modifiée pour accueillir la puissance d'un producteur, dans les limites de la plage [$U_n + 2\%$; $U_n + 4\%$].

Sur un départ "mixte", partagé entre la production et la consommation au niveau HTA, la tension maximale sur un poste de livraison ne doit pas être supérieure à $U_c + 5\%$ (U_c = tension contractuelle figurant au Contrat d'Accès).

La tension BT délivrée aux consommateurs par les postes DP doit être comprise dans une plage : $U_n \pm 10\%$ (U_n = tension nominale telle que décrite dans l'arrêté du 24 décembre 2007 pour la basse tension BT, soit 230 volts en monophasé et 400 volts en triphasé). Ainsi les plages de variations sont :

$$207 \text{ V} < U_{\text{monophasé}} < 244 \text{ V}$$
$$358 \text{ V} < U_{\text{triphasé}} < 423 \text{ V}$$

Afin de s'assurer que le raccordement d'un producteur au réseau BT ne provoque pas d'élévation de tension inacceptable, la tension au point de livraison ne doit pas dépasser le seuil de :

- 230/400V + 8%, dans le cas d'un raccordement au réseau
- 230/400V + 10%, dans le cas d'un raccordement direct au poste HTA/BT

Ces dispositions permettent de garantir l'accueil sur le réseau de distribution de l'ensemble des utilisateurs au moindre coût pour la collectivité et le respect des engagements contractuels existants. Elles permettent notamment de s'assurer du respect des engagements portant sur les tensions nominales (U_n) correspondant aux tensions BT et HTA telles que définies dans l'arrêté du 24 décembre 2007 pris en application du décret n°2007-1826 du 24 décembre 2007.

Lorsqu'une contrainte de tension haute HTA et/ou BT est détectée, on cherche à la lever en mettant en place une solution telle que :

- l'adaptation du type de branchement : monophasé ou triphasé
- l'adaptation du réseau existant ; ce recours est justifié s'il présente un coût moindre à celui des autres solutions exposées dans la suite, sachant que le coût d'établissement au mètre d'une liaison est constitué de la somme des coûts d'achat du câble, de ses accessoires et des travaux de pose
- la modification du point de raccordement en le rapprochant du poste DP, voire un branchement direct au poste de DP
- l'adaptation de la section des liaisons de raccordement, une taille minimale est à respecter pour satisfaire le respect des niveaux de tension réglementaires ou contractuels, tout en y intégrant le critère économique

La vérification du respect de la plage de tension se fait :

- Au point frontière entre le branchement du site et du réseau (extension ou réseau existant) dans le cas d'un branchement individuel
- Au tronçon commun à l'ensemble des clients dans le cas d'un branchement collectif

Méthode de calcul

La chute de tension est calculée, pour les canalisations collectives, à partir de la résistance des conducteurs, sous les hypothèses suivantes :

- Charges polyphasées supposées équilibrées
- Charges monophasées supposées uniformément réparties sur les différentes phases

Les chutes de tension sont calculées à l'aide de la formule simplifiée suivante :

$$u = b * \frac{\rho * L}{S} * I_a$$

Avec : - u chute de tension en volts

- b coefficient égal à 1 pour les circuits triphasés
égal à 2 pour les circuits monophasés
- ρ résistivité des conducteurs en service normal, prise égale à la résistivité à la température en service normal, soit 1.25 fois la résistivité à 20°C, soit 0.023 Ω.mm²/m pour le cuivre et 0.037 Ω.mm²/m pour l'aluminium
- L longueur simple de la canalisation en mètres
- S section des conducteurs en mm²
- la courant assigné en ampères

Et la chute de tension relative (en pour-cent) est égale à :

$$\Delta U (\%) = 100 * \frac{u}{U_0}$$

Avec U₀ tension entre phase et neutre

Pour les branchements individuels à puissance limitée ou les dérivations individuelles à puissance limitée raccordées sur une canalisation collective, le tableau 7 de la section 5.4 de la norme NF C 14-100 nous permet de choisir la section minimale de conducteur qui respecte une chute de tension déterminée pour une longueur donnée en fonction du courant assigné de l'appareil général de coupure et de protection.

Suite à une installation photovoltaïque, la chute de tension maximum autorisée entre le point de livraison (NF C 14-100) et les bornes AC de l'onduleur est de 3% à puissance nominale. Il est recommandé de limiter cette chute de tension à 1%. En outre la valeur de la résistance de la liaison entre le point de livraison et les bornes AC de l'onduleur devra être inférieure ou égale à 0.5 Ω.

La réglementation citée ci-dessus nous permet de connaître les seuils respectables de tension. Un non respect de ces critères peut engendrer des problèmes sur le fonctionnement de l'installation considérée.

Pour cela, une surveillance du réseau est nécessaire, et ce quelque soit le niveau de tension considéré.

Car il faut savoir que des tensions légèrement trop élevées conduisent à une usure prématurée du matériel, et à un claquage pour des surtensions significatives (claquage des isolants pour les câbles, et des isolateurs pour les lignes). Les surtensions très élevées causées par exemple par la foudre, peuvent conduire à des amorçages avec des objets proches, comme par exemple des arbres.

A contrario des tensions trop basses par rapport à la plage spécifiée conduisent à un mauvais fonctionnement de beaucoup d'installations que ce soit sur le réseau (mauvais fonctionnement des protections) ou chez les consommateurs.

Bien que les plages d'utilisation des matériels spécifient une marge de 5 à 10% par rapport à la tension nominale, les opérateurs de réseaux privilégient une exploitation en tension haute car cela limite les pertes par effet joule.

Remarques

Selon la configuration du réseau, l'évaluation du plan de tension pour une installation ne sera pas identique.

En effet les critères qui rentrent en compte sont l'ossature du réseau, la section et le type de câble utilisé, le niveau de puissance transitant sur cette portion de réseau, la présence ou non de site de production dans la zone géographique étudiée.

Les deux types de structures les plus souvent rencontrées sont définis ci-dessous :

- liaison en antenne : départ depuis un poste de distribution publique pour alimenter un certain nombre d'installations
- liaison maillée : liaison entre deux poste de distribution publique sur laquelle se font les raccordements des installations présentes

