

Principe et conditions de mise en œuvre d'une régulation locale de puissance réactive pour les Installations de Production raccordées au Réseau Public de Distribution HTA

Identification :	Enedis-MOP-RES_079E
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-NOI-RES_60E

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-MOP-RES_079E remplace donc à l'identique la note Enedis-NOI-RES_60E, comme indiqué dans la note récapitulative Enedis-MOP-RCA_003E.

Ce document explicite les modalités de mise en œuvre d'une solution de régulation locale de puissance réactive en fonction de la tension pour les Sites de production raccordés au Réseau Public de Distribution HTA.

Principe et conditions de mise en œuvre d'une régulation locale de puissance réactive pour les Installations de Production raccordées au Réseau Public de Distribution HTA

Identification : Enedis-NOI-RES_60E

Version : 2

Nb. de pages : 8

Version	Date d'application	Nature de la modification	Annule et remplace
1	01/02/2016	Création	
2	01/03/2017	Prise en compte de la nouvelle dénomination sociale d'Enedis	ERDF-NOI-RES_60E

Résumé / Avertissement

Ce document explicite les modalités de mise en œuvre d'une solution de régulation locale de puissance réactive en fonction de la tension pour les Sites de production raccordés au Réseau Public de Distribution HTA.

SOMMAIRE

1. Objet	3
2. Rappels et définition	3
3. Champ d'application	4
4. Principe de la loi de régulation locale $Q=f(U)$	4
5. Capacités constructives de l'Installation	5
6. Loi de réglage	5
7. Principe de l'étude de raccordement – arbre de choix	6
8. Implémentation de la loi de régulation locale $Q=f(U)$: recommandations	7
9. Dispositions d'exploitation.....	7
9.1. Dispositions particulières à faible puissance	7
9.2. Exploitation du Site équipé d'une loi de régulation de puissance réactive $Q=f(U)$	7
10. Règles de facturation de l'énergie réactive	8

1. Objet

Les Installations de Production raccordées au Réseau Public de Distribution génèrent des élévations de tension sur le réseau auquel elles sont raccordées, notamment au niveau de leur Point de Livraison. Cependant la tension qui est un des aspects de la qualité de fourniture, doit être maintenue dans des plages compatibles avec les obligations réglementaires (décret du 24 décembre 2007), normatives (EN 50-160) et contractuelles (Contrat d'Accès au Réseau Public de Distribution en Injection) du Gestionnaire du Réseau Public de Distribution.

Les solutions de raccordement proposées par Enedis sont élaborées pour respecter ces obligations. Les Installations de Production raccordées au réseau HTA peuvent être mises à contribution pour limiter l'élévation de la tension par modulation de la puissance réactive à leur Point de Livraison. Pour ce faire, une loi de gestion de la puissance réactive est alors mise en œuvre localement pour chaque Installation de Production.

Ce document explicite les modalités de mise en œuvre d'une solution locale fondée sur une loi de réglage dynamique de la puissance réactive de l'Installation en fonction de la tension mesurée au Point de Livraison.

Il s'agit de solliciter, en injection ou en absorption d'énergie réactive, l'Installation de Production sur l'ensemble de ses capacités constructives en appliquant une loi de contrôle de type $Q=f(U)$ avec bande morte (cf.6).

Cette solution de réglage vient compléter le dispositif existant fondé sur une loi dite à tangente ϕ fixe (rapport constant entre la puissance réactive injectée/soutirée et la puissance active injectée) en fournissant, dans les cas où elle est plus intéressante, une solution alternative (cf. 7).

La loi $Q=f(U)$ est applicable pour les Installations raccordées au réseau HTA, exception faite des Installations raccordées directement au Poste Source HTB/HTA.

2. Rappels et définition

Dans la suite du document un certain nombre d'abréviations et de dénominations sont utilisées. Afin d'en faciliter la compréhension, voici ci-dessous quelques rappels et définitions :

- Régulation en tangente ϕ fixe : loi de régulation de la puissance réactive de l'Installation telle que le rapport entre l'énergie réactive injectée/soutirée (Q) et l'énergie active (P) injectée au niveau du Point de Livraison de l'Installation de Production soit constant (i.e. Tangente $\phi = Q/P = \text{constante}$) ;
- Régulation locale $Q=f(U)$: loi de régulation de la puissance réactive de l'Installation telle que la puissance réactive de l'Installation varie en fonction de la tension mesurée au Point de Livraison de l'Installation selon une loi contractuelle ;
- Capacité constructives (Qmin, Qmax) : capacités techniques au niveau du Point de Livraison de l'Installation en absorption et en injection d'énergie réactive. Les capacités constructives sont données sous la forme de diagrammes [P,Q] et [U,Q] où sont représentés l'ensemble des points de fonctionnement atteignables par l'Installation de Production. La valeur Qmin (respectivement Qmax) correspond à la puissance réactive maximale en absorption (respectivement en injection) atteignable au niveau du Point de Livraison de l'Installation lorsque la puissance active injectée est supérieure à 20% de la Puissance de raccordement en injection (Pracc inj) ;
- Un : Tension nominale du réseau HTA ;
- Pracc inj (Puissance de raccordement en injection) : correspond à la Puissance de production maximale nette livrée au Réseau Public de Distribution. 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 soutiennent conjointement lors des périodes de production ;
- Qmin_contrat : valeur maximale de puissance réactive absorbée par le Site de production. Cette valeur est déterminée lors de l'étude de raccordement, en fonction des capacités constructives communiquées dans les Fiches de Collectes, dans la limite [-0,5xPracc inj : -0,35xPracc inj] ;
- Qmax_contrat : valeur maximale de puissance réactive produite par l'Installation de Production, fixée à 0,4.Pracc inj.

3. Champ d'application

A la date de publication de cette note de la Documentation Technique de Référence, tout Demandeur peut spécifier dans sa demande de raccordement son souhait qu'Enedis étudie la possibilité de raccorder son Installation au réseau HTA en intégrant la capacité de son Installation à respecter une loi de régulation locale $Q=f(U)$, telle qu'elle est définie au chapitre 6.

L'étude de raccordement déterminera le type de régulation correspondant à l'Offre de Raccordement de Référence (ORR), qui devra être appliquée par l'Installation de Production : une loi locale $Q=f(U)$ ou un rapport constant entre la puissance réactive et la puissance active de l'Installation (tangente $\phi = Q/P = \text{constante}$).

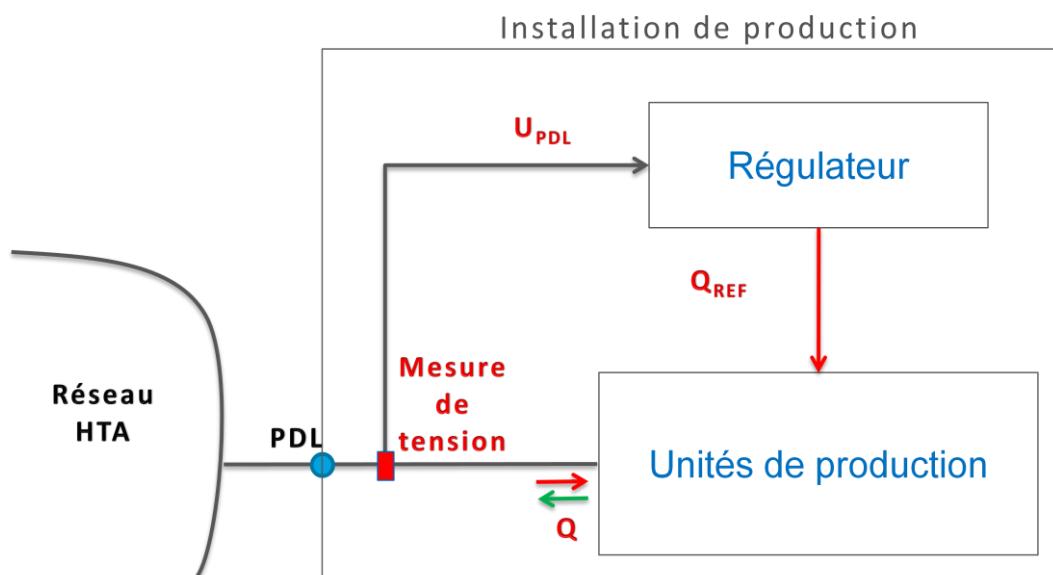
Remarque 1 : tout producteur déjà raccordé sur un réseau HTA partagé entre des Installations de Production et des Installations de Consommation, pourra, sur demande, mettre en place une régulation locale de tension avec une loi $Q=f(U)$ si la situation du réseau le permet.

Remarque 2 : dans le cas d'un (ou de plusieurs) producteur(s) raccordés indirectement au Réseau Public de Distribution HTA, la régulation locale sera contractualisée dans le Contrat d'Accès au Réseau Public de Distribution en Injection (CARD-I) de l'hébergeur, au niveau Point de Livraison HTA.

4. Principe de la loi de régulation locale $Q=f(U)$

Un système de régulation doit permettre d'adapter de manière dynamique la production ou la consommation d'énergie réactive de l'Installation de Production en fonction de la tension mesurée.

Enedis recommande d'utiliser une régulation centralisée (ou Régulateur) au niveau du Point de Livraison de l'Installation : à partir de la tension mesurée au niveau du Point de Livraison de l'Installation de Production, le régulateur calcule une valeur de consigne en réactif Q_{REF} conformément à la loi de réglage établie et l'envoie aux Unités de Production qui adaptent leur production/consommation en puissance réactive pour atteindre la valeur cible de puissance réactive au niveau du Point de Livraison de l'Installation.



Principe de la régulation locale $Q=f(U)$ pour une Installation de Production raccordée en HTA

La loi de consigne est contractualisée dans le Contrat d'Accès au Réseau Public de Distribution en Injection. Le respect de cette loi est une obligation de résultat : le Producteur est responsable de la mise en place d'un système permettant de garantir le respect de ses engagements contractuels.

5. Capacités constructives de l'Installation

Lors de sa demande de raccordement, le Demandeur précise dans ses Fiches de Collecte s'il souhaite qu'Enedis étudie une solution de raccordement qui prend en compte la capacité de son Installation à respecter une loi de régulation locale $Q=f(U)$ ainsi que ses capacités constructives en puissance réactive (diagrammes $[P,Q]$ et $[U,Q]$). Ces capacités constructives seront prises en compte dans l'étude de raccordement, menée par Enedis, afin de déterminer l'Offre de Raccordement de référence (ORR) (cf.7).

Les valeurs de capacité constructives communiquées doivent respecter les relations suivantes :

- puissance réactive maximale en injection : $Q_{max} \geq 0,4 \times P_{racc\ inj}$;
- puissance réactive maximale en absorption : $-0,5 \times P_{racc\ inj} \leq Q_{min} \leq -0,35 \times P_{racc\ inj}$.

Si les capacités constructives de l'Installation ne sont pas précisées, les valeurs par défaut suivantes seront prises en compte dans l'étude de raccordement :

$$Q_{min} = -0,35 \times P_{racc\ inj}$$

$$Q_{max} = 0,4 \times P_{racc\ inj}$$

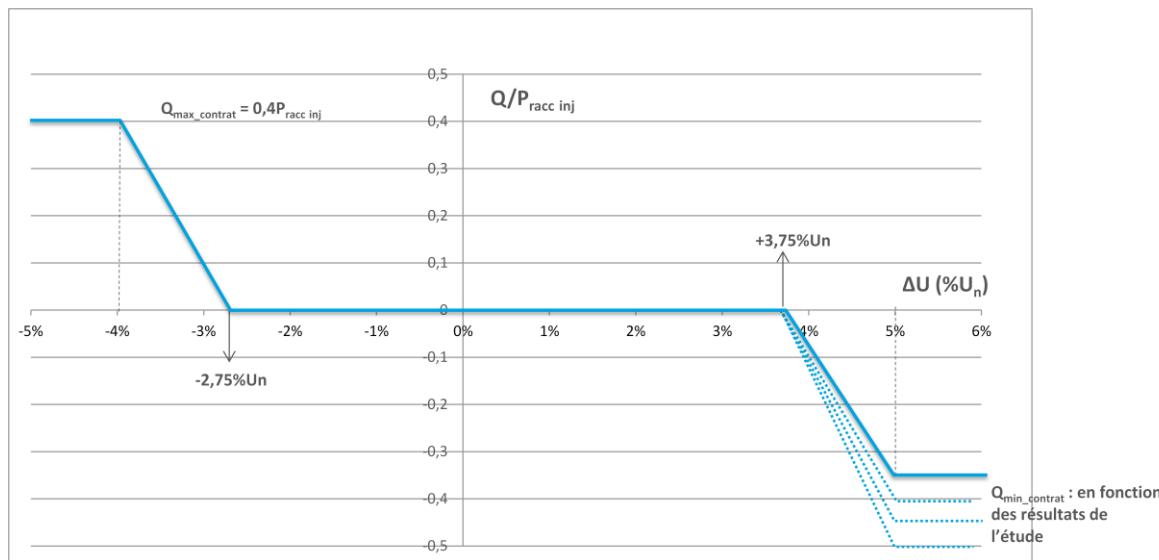
6. Loi de réglage

Paramètres de la loi de réglage

Afin de garantir le respect du plan de tension HTA ainsi que les engagements contractuels d'Enedis vis-à-vis des utilisateurs raccordés sur le réseau HTA et BT, les paramètres optimaux de la loi de régulation locale $Q=f(U)$ sont définis comme suit :

- une butée minimale en réactif $Q_{min_contrat}$ atteinte pour $UPdL = U_{max} = Un + 5\%$;
- une butée maximale en réactif $Q_{max_contrat}$ atteinte pour $UPdL = U_{min} = Un - 4\%$;
- une bande morte $Q = 0$ pour $Un - 2,75\%Un \leq UPdL \leq Un + 3,75\%Un$ (afin d'enclencher la régulation en anticipation des tensions U_{min} et U_{max}) ;
- un comportement linéaire dans les zones de transition entre les valeurs butées et la bande morte.

Le schéma ci-dessous précise le paramétrage que doit respecter de la loi de réglage :



¹ $Q_{min_contrat}$: valeur maximale de puissance réactive absorbée par le Site de production. Cette valeur est déterminée lors de l'étude de raccordement, en fonction des capacités constructives communiquées dans les Fiches de Collectes, dans la limite $[-0,5P_{racc\ inj} : -0,35P_{racc\ inj}]$.

Afin de ne solliciter l'Installation de Production en injection/absorption de réactif que dans certaines situations (celles où le réseau subit des contraintes de tensions basses ou hautes), une « bande morte » (ie. $Q_{REF} = 0$) est introduite lorsque la tension mesurée au Point de Livraison de l'Installation est comprise entre $Un-2,75\%$ et $Un+3,75\%$.

7. Principe de l'étude de raccordement – arbre de choix

L'étude de raccordement déterminera le mode de régulation qui devra être appliqué par l'Installation de Production. Par défaut, si le Demandeur précise qu'il souhaite une solution de raccordement avec loi de régulation locale de puissance réactive $Q=f(U)$, Enedis étudiera en priorité une solution de raccordement intégrant cette capacité.

L'étude de raccordement permet de déterminer les paramètres de la loi de régulation qui seront contractualisés dans le CARD-I :

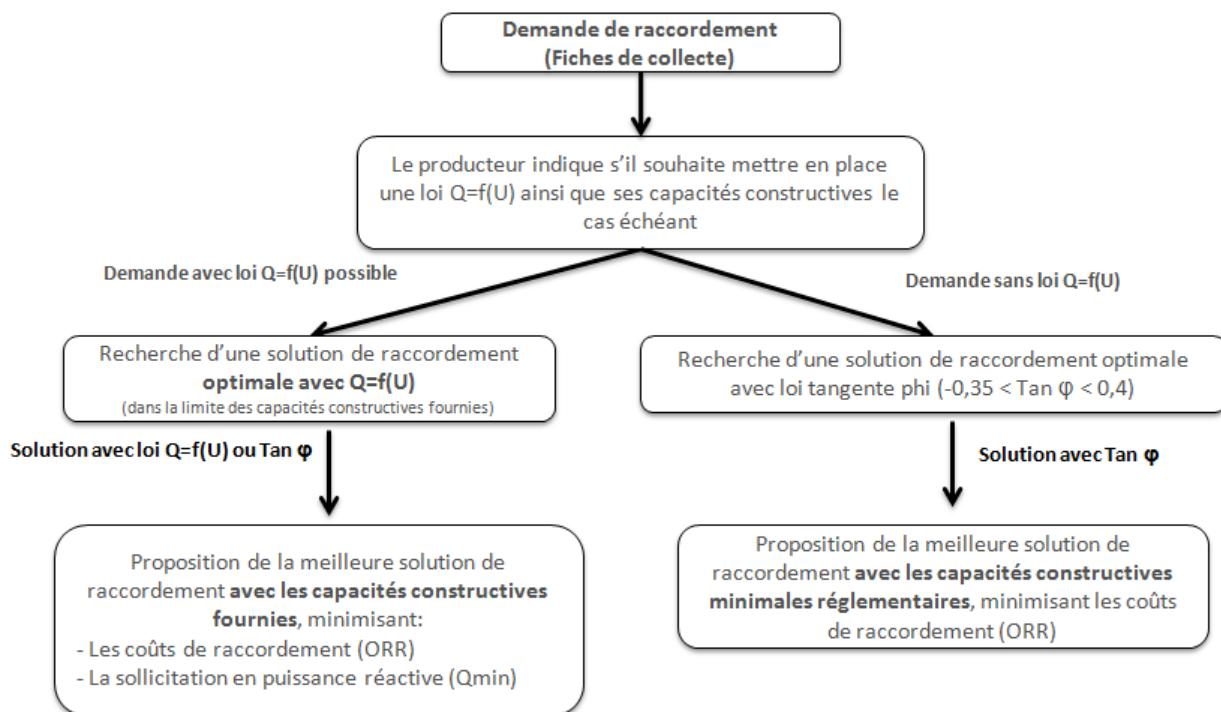
- le seuil de puissance réactive maximale en injection ($Q_{max_contrat}$) est pris égal à $0,4 \times P_{racc\ inj}$;
- le seuil de puissance réactive maximale en absorption ($Q_{min_contrat}$) est déterminé en fonction des capacités constructives communiquées par le Demandeur dans ses Fiches de Collecte en respectant les critères suivants : $-0,5 \times P_{racc\ inj} \leq Q_{min} \leq Q_{min_contrat} \leq -0,35 \times P_{racc\ inj}$.

Si la solution de raccordement le permet, $Q_{min_contrat}$ sera fixé égal à $-0,35 \times P_{racc\ inj}$. Le cas échéant, et si les capacités constructives en puissance réactive déclarées dans les Fiches de Collecte le permettent, la valeur $Q_{min_contrat}$ pourra être abaissée, dans la limite de $-0,5 \times P_{racc\ inj}$.

En intégrant les capacités constructives de l'Installation fournies dans la demande du producteur, Enedis proposera une Offre de Raccordement de Référence (ORR) minimisant les coûts d'Installation et la sollicitation en réactif ($Q_{min_contrat}$).

Toutefois, si l'étude de raccordement détecte une contrainte de tension sur le départ HTA avec une loi de régulation locale et que cette contrainte peut être levée par une régulation en tangente φ constante, alors cette solution sera proposée dans l'Offre de Raccordement car elle correspond à l'ORR. Dès lors que le Producteur acceptera l'Offre de Raccordement, il devra mettre en œuvre la régulation correspondante à cette Offre de Raccordement.

Le principe de l'étude de raccordement est explicité dans le graphique ci-dessous :



Les hypothèses considérées et la méthode de calcul de cette étude, basée sur l'arbre de choix présenté ci-dessus, sont détaillés dans la note de la Documentation Technique de Référence Enedis-PRO-RES_05E « Etude de l'impact sur la tenue thermique et sur le plan de tension des ouvrages en réseau pour le raccordement d'une production décentralisée en HTA ».

Au terme de cette étude, Enedis indique au Demandeur, dans l'Offre de Raccordement, le type de régulation de puissance réactive à mettre en place dans son Installation : tangente ϕ ou régulation locale $Q=f(U)$ ainsi que le paramétrage de ces lois ($[\tan \phi_{\min}, \tan \phi_{\max}]$ pour une loi tangente ϕ ou $Q_{\max_contrat}$ et $Q_{\min_contrat}$ pour une loi $Q=f(U)$).

8. Implémentation de la loi de régulation locale $Q=f(U)$: recommandations

Le contrôle de la régulation locale $Q=f(U)$ sera effectué au moyen du comptage, en points 10 minutes. Afin de garantir un bon fonctionnement, Enedis préconise le paramétrage suivant pour l'implémentation dans le régulateur :

- temps de réponse de la régulation : 30 secondes ;
- précision de la régulation : +/- 5% $P_{\text{racc inj}}$ (cf. chapitre 10. Facturation) ;
- mesure de la tension toutes les secondes, moyenne glissante 10 secondes ;
- envoi d'une consigne en puissance réactive QREF toutes les secondes ;
- fonctionnement de la régulation en boucle fermée : la régulation doit être intégrée à l'automate principal du Site ;
- l'arrêt d'une Unité de Production (ex : onduleur dans le cas d'un parc photovoltaïque) ne doit pas impacter le système de régulation.

Le dimensionnement de l'Installation doit permettre de respecter les capacités constructives au Point de Livraison du Site communiquées dans la demande de raccordement (diagrammes $[P, Q]$ et $[U, Q]$).

9. Dispositions d'exploitation

9.1. Dispositions particulières à faible puissance

Conformément aux exigences détaillées dans la note Enedis-PRO-RES_64E « Contrôle des performances des Installation de Production raccordées sur le réseau HTA d'Enedis », les capacités maximales en termes de puissance réactive de l'Installation ne sont exigées que lorsque la production de l'Installation dépasse 20% de la Puissance maximale ($P_{\text{racc inj}}$).

Lorsque la puissance instantanée de l'Installation est inférieure à 20% $P_{\text{racc inj}}$, la régulation locale peut ne pas être activée; le mode de régulation par défaut sera alors tangente $\phi = 0$.

9.2. Exploitation du Site équipé d'une loi de régulation de puissance réactive $Q=f(U)$

Toute Installation mettant en œuvre une loi de régulation locale de puissance réactive $Q=f(U)$ devra être équipée d'un Dispositif d'Échanges d'Informations d'Exploitation (DÉIE) afin de pouvoir communiquer avec l'Agence de Conduite Régionale d'Enedis.

Pour des besoins d'exploitation du réseau HTA, l'Agence de Conduite Régionale d'Enedis pourra envoyer une demande d'arrêt de la régulation via le DÉIE ou par tout autre moyen (via une télé-valeur de consigne TVC_Q). Cette consigne devra se traduire par l'arrêt immédiat de la régulation. Dans le cas général, les consignes envoyées par l'Agence de Conduite d'Enedis au Site de production au moyen du DÉIE sont prioritaires vis-à-vis du respect de la loi de consigne. Les modalités seront précisées dans la Convention d'Exploitation.

Lorsque ces fonctionnalités seront disponibles les informations relatives à l'état de la régulation (En Service, Hors Service sur demande ACR, Hors Service sur anomalie) devront être mises à disposition par le producteur au niveau du DÉIE.

La régulation doit fonctionner normalement quelles que soient les conditions d'exploitation du RPD, sauf en cas de demande d'arrêt de la régulation par l'Agence de Conduite Régionale d'Enedis.

10. Règles de facturation de l'énergie réactive

Pour les Installations régulées en tension ($Q=f(U)$), la facturation de la Composante d'Energie Réactive (CER) se fait selon les dispositions prévues par la délibération de la CRE portant sur les Tarifs d'Utilisation d'un Réseau Public de Distribution d'Électricité (TURPE) dans le domaine de tension HTA.

Le calcul et la valorisation de la CER seront effectués, par période 10 minutes, sur la base notamment de la puissance réactive mesurée et de celle attendue selon la loi de régulation indiquée contractuellement. Une tolérance de $+/- 5\%P_{racc\ inj}$ sera appliquée pour chaque point 10 minutes mesuré.

Les conditions de facturations sont précisées dans les Conditions Particulières du Contrat d'Accès au Réseau Public de Distribution en Injection (CARD-I).