



Stabilité du réseau électrique de distribution

**Analyse du point de vue
automatique d'un système
complexe**

Enjeux des travaux de thèse

Soirée des doctorants IEEE

**Vincent Gabrion, Gilles Malarange
EDF R&D / Département EFESE**

31 mars 2016



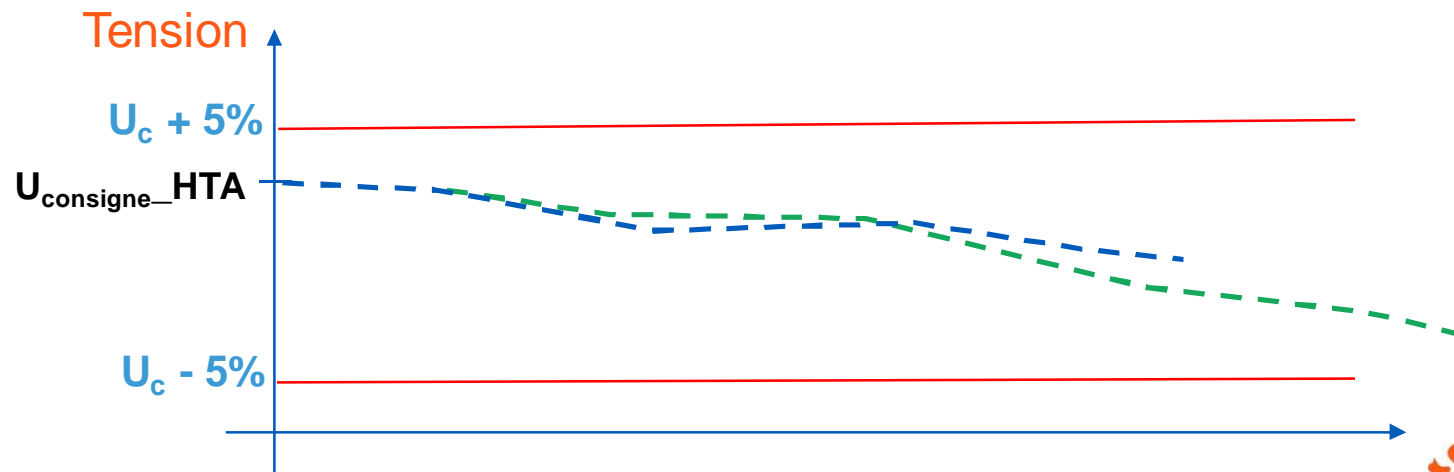
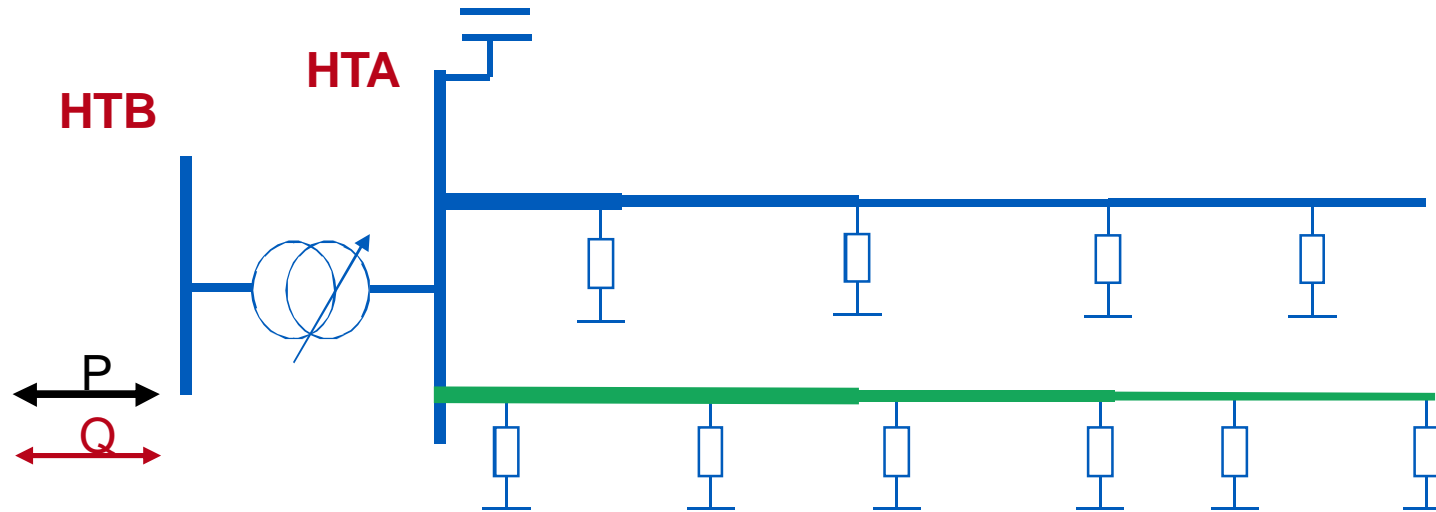
CHANGER L'ÉNERGIE ENSEMBLE

Développement soutenu de la production renouvelable sur le réseau de distribution

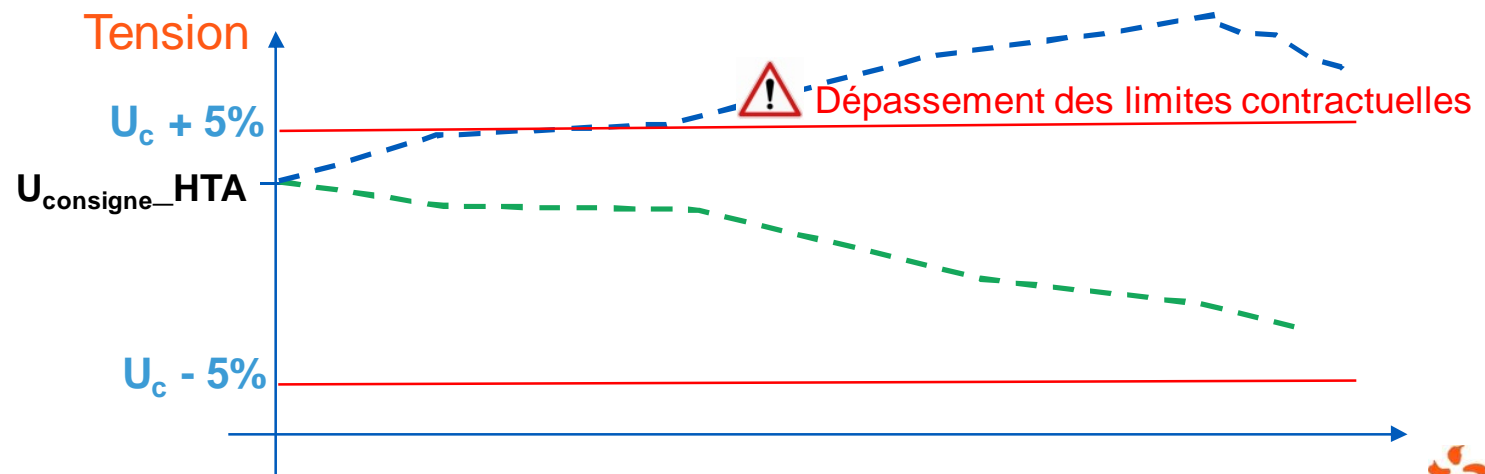
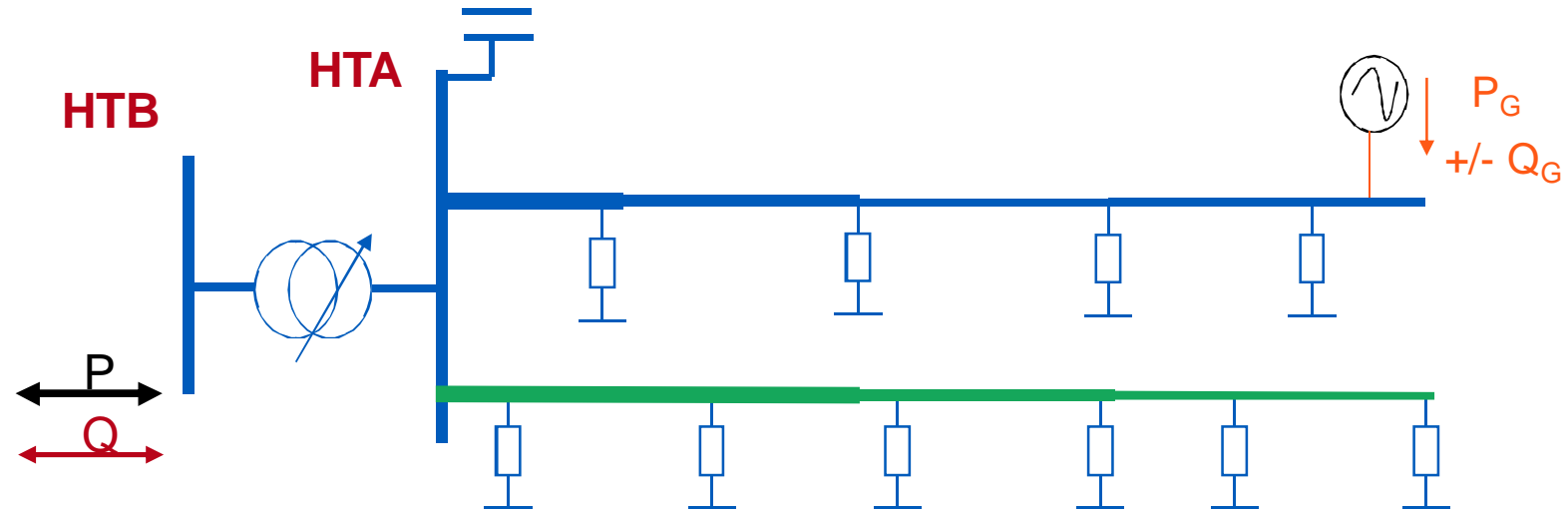
Au 31 décembre 2015 :

- **16841 MW de production renouvelable raccordés au réseau d'ERDF** sur 43627 MW installés en France dont :
 - 9191 MW d'éolien
 - 5217 MW de solaire
 - 1457 MW d'hydraulique
- **7245 MW de production renouvelable en file d'attente ERDF** sur 13747 MW en France

Impact de la production décentralisée sur le profil de tension HTA



Impact de la production décentralisée sur le profil de tension HTA



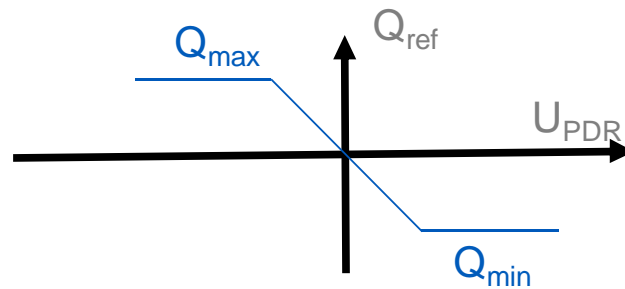
Options pour maîtriser le plan de tension en HTA

- Raccordement des producteurs décentralisés en départ dédié
 - Utilisé pour les gros producteurs
- Absorption/injection locale de réactif par une loi $Q = P \tan \varphi$
 - Solution mise en œuvre sur les installations existantes
- Absorption/injection locale de réactif par une loi $Q = f(U)$
 - Alternative à $Q = P \tan \varphi$ proposée aux producteurs depuis février 2016
- Renforcement du réseau
 - Utilisé lorsque les autres options ne permettent pas de lever les contraintes
- Réglage en dynamique de la consigne de tension au niveau du régleur en charge du poste source
 - En cours d'expérimentation
- Utilisation de batteries
 - En cours d'expérimentation
- Écrêtement de production
 - A l'étude

Régulation locale de tension $Q = f(U)$

Deux options de mise en œuvre :

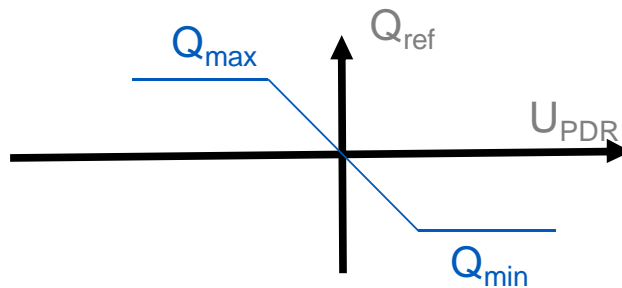
- Sans bande morte



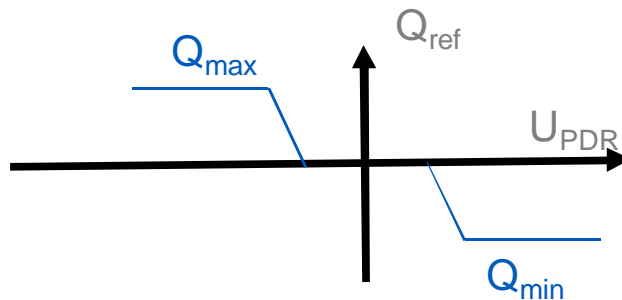
Régulation locale de tension $Q = f(U)$

Deux options de mise en œuvre :

- Sans bande morte

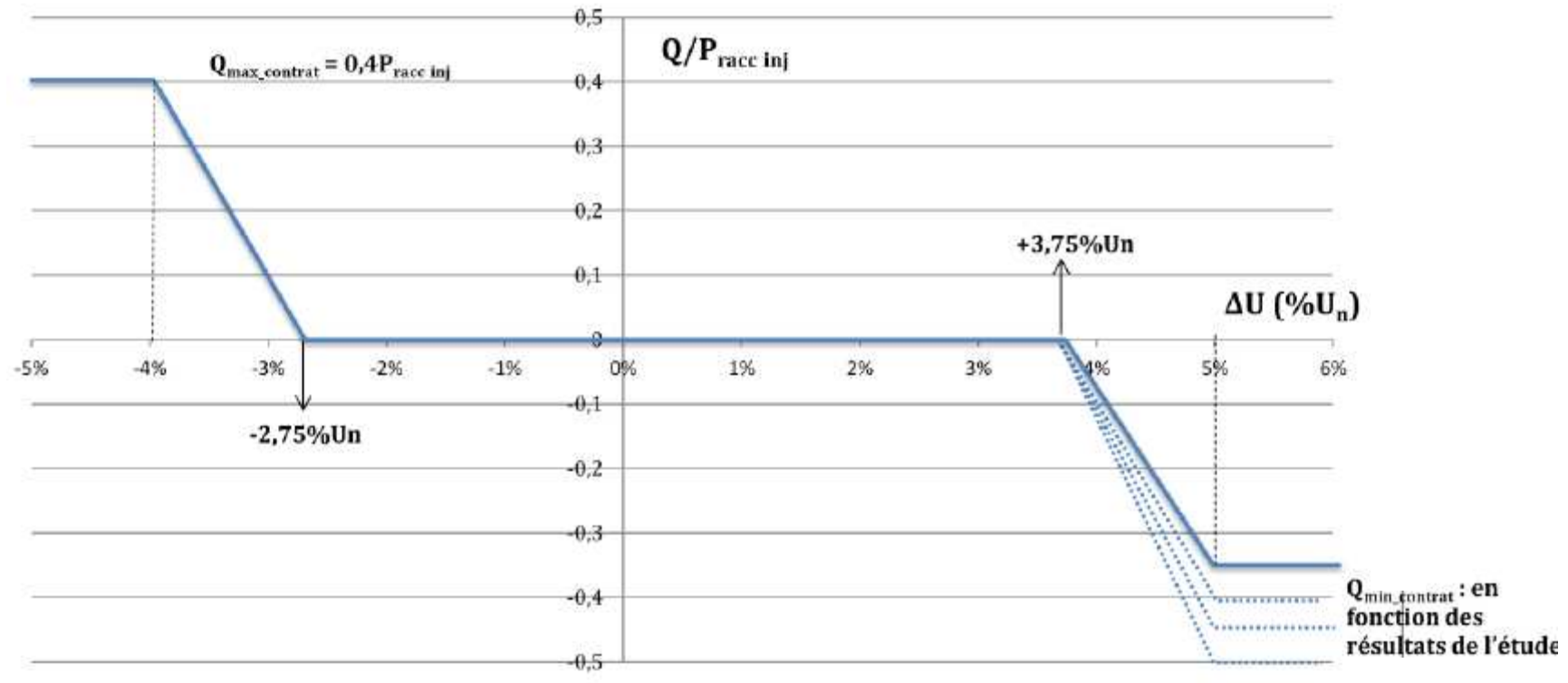


- Avec bande morte



La solution avec bande morte limite la sollicitation de $Q(U)$ et la circulation de puissance réactive sur le réseau

Caractéristiques de Q(U) proposée aux producteurs



(Source : document ERDF PRDE J.4.1.2.3 - 23)

Caractéristiques de Q(U) proposée aux producteurs

Paramétrage recommandé par ERDF :

- temps de réponse de la régulation : 30 secondes
- mesure de la tension toutes les secondes, moyenne glissante 10 secondes
- précision de la régulation : +/- 5% $P_{\text{racc inj}}$
- envoi d'une consigne en puissance réactive Q_{REF} toutes les secondes
- fonctionnement de la régulation en boucle fermée
- l'arrêt d'une unité de production (ex : un onduleur dans un parc photovoltaïque) ne doit pas impacter le système de régulation.

Impact de Q(U) sur la stabilité du réseau

- Tests réalisés en plein réseau avec 1 et avec 2 producteurs équipés de la régulation Q(U)
- Pas d'instabilité (e.g. pompage) constatée entre 2 régulations ou entre les 2 régulations et le régulateur en charge du poste source
- En revanche, nous ne disposons pas de retour sur la stabilité du système en présence de nombreuses régulations Q(U)

Lancement d'une thèse sur le sujet



dans le cadre de

l'institut RISEGRID (EDF/SUPELEC)