

QUELQUES NOTIONS SUR LES CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DE RACCORDEMENT

Jean-Paul LAUDE

Prescriptions techniques

Le Marché - Le Réseau

- la réglementation du marché
 - Les droits et les devoirs des entreprises électriques et des exploitants commerciaux dans les marchés libéralisés de l'électricité sont régies par les règles du marché.
 - Les prescriptions commerciales sont des directives qui sont nécessaires pour que le marché de l'électricité et le règlement monétaire des transactions physiques et de la balance puissent fonctionner correctement. Ces prescriptions couvrent les changements de fournisseurs, les règles de la programmation quotidienne, de la rémunération pour l'équilibre de l'offre et de la demande (balance), et des normes de communication pour le transfert de données entre les acteurs.
 - Les prescriptions du marché s'adressent aux acteurs responsables d'équilibre, aux fournisseurs d'électricité et aux entreprises en réseau
- Les règlements techniques
 - Les prescriptions techniques sont les lignes directrices, qui sont importantes pour la gestion physique et la sécurité du système pour les réseaux HT interconnectés et les systèmes de production qui y sont connectés. Ces prescriptions s'adressent aux exploitants d'installations de production et aux opérateurs de systèmes de réseaux interconnectés. Les obligations internationales de gestion des systèmes électriques sont généralement intégrées dans les règlements techniques nationaux

Réglementation du marché

- Pour les ER destinées à la production sur le réseau
 - Cadre institutionnel et juridiques
 - La loi sur les énergies renouvelable, le code de la construction et le code de l'électricité
 - Soit une procédure spécifique ou des cadres réglementaires (RU pour les ER domestiques). Tout projet accepté doit être raccordé
 - Différence de procédure entre pays. Au DK une programmation plus détaillée en amont (réserve foncière pour les éoliens) en France une instruction beaucoup plus détaillée de demande de raccordements
- Pour les ER destinées à l'autoconsommation et éventuellement la vente d'un surplus au réseau
 - Au DK, un régime de déclaration pour des équipements de tension inférieur à 6 kV auprès de l'opérateur de système qui en instruit le gestionnaire du marché. Après l'accord de ce dernier, l'opérateur de système vient changer le compteur et le paiement des surplus et de la prime au kWh est fait annuellement.
 - Régime équivalent au RU

Cadre juridique lié à l'éolien au DK



- Tout projet éolien en instruction est introduit dans une base géoréférencée accessible par tous.
- La loi 2011 ouvre les possibilités suivantes:
- la possibilité de dédommagement pour l'installation d'aérogénérateur de grandes tailles en proximité de son habitation
- L'obligation de proposer au voisin et à la commune concernée le rachat de parts de production éolienne dans la ferme en installation
- Des facilités de mise en valeur de cadre naturel à fonction de loisir pour les communes ayant une production éolienne.
- Chaque commune est obligé de programmer des réservations foncières pour l'installation de parcs éolien pour une puissance totale annuelle de 75 MW

Spécifications techniques

- Elles sont de deux natures:
 - Les caractéristiques techniques requises pour qu'une puissance ER puisse être raccordé sans créer des perturbations fatales
 - Les sollicitations que les équipements raccordés doivent être en état de supporter sur des conditions stables et exceptionnelle de gestion de réseau
- De façon générale les spécifications techniques ne diffèrent guère de celles de n'importe quel autre équipement de grosse puissance se raccordant au réseau (respect des tolérances de fréquence de tension, de découplage en cas d'incident et de gestion du réactif, qualité du courant).
- En fait sur les réseaux stables européens la règle pour les équipements RE les plus intermittents comme les parcs éoliens est de rester le plus longtemps possible connecté en cas de défaut du réseau, si le défaut n'a pas de conséquences fatales pour l'équipement

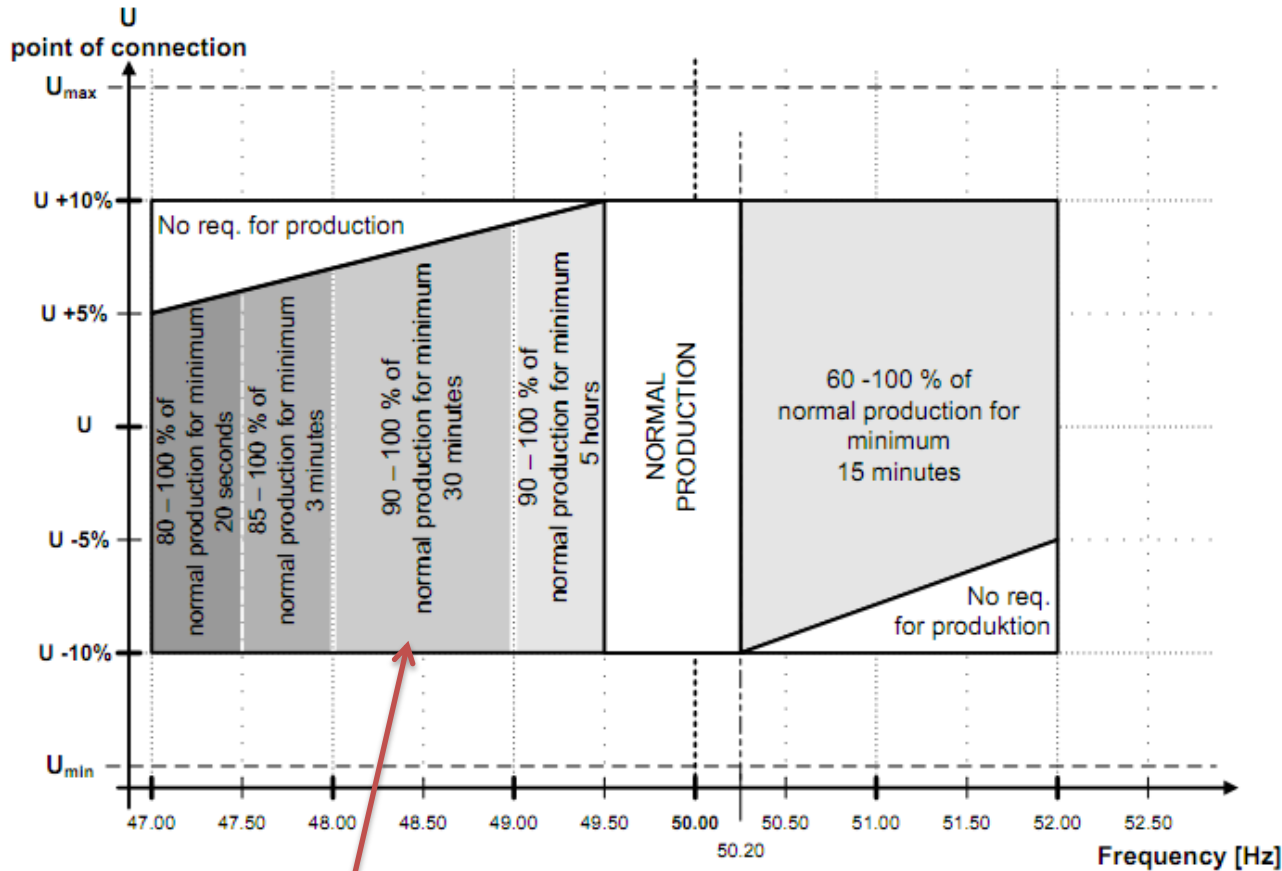
Caractéristiques techniques requises

- Celles applicables à tout équipement raccordé au réseau:
 - Normes internationales
 - DS/EN 50160 'Voltage characteristics of electricity supplied by public distribution networks'.
 - IEC 60038 : IEC standard voltages.
 - Règlement relatif à la Moyenne et Haute Tension
 - Normes internationales sur la limitation des harmoniques sur HT et MT (IEC TR 61000-3-6: EMC limits).
 - Normes internationales sur la limitation des variations de tension sur les réseaux HT et MT (IEC TR 61000-3-7: EMC-limits).
 - Normes spécifiques aux équipements
 - Norme VDE DIN 0126 (allemande, généralement utilisée) pour les onduleurs permettant le déclenchement de l'équipement en cas de défaut ou de pertes de réseau
 - Norme IEC 61400-1 et 2 - Specifications techniques des aérogénérateurs (grandes et petites tailles)
 - Normes liées à l'exploitation
 - Normes/protocoles sur les équipements de communication en temps réel
 - Comptage principalement pour la rénumération de la balance comptable des énergies intermittentes (opérateurs de système et gestionnaire de marché)

Sollicitations et tolérances pour les équipements RE

- Tolérance sur les variations de fréquence et de tension
 - Un parc éolien doit pouvoir résister à des variations de fréquence et de tension à son point de raccordement sous des conditions normales et exceptionnelles d'exploitation du réseau sans pour autant réduire significativement sa production d'énergie active.

Tenue de puissance éolienne sur des valeurs exceptionnelles de fréquence et de tension



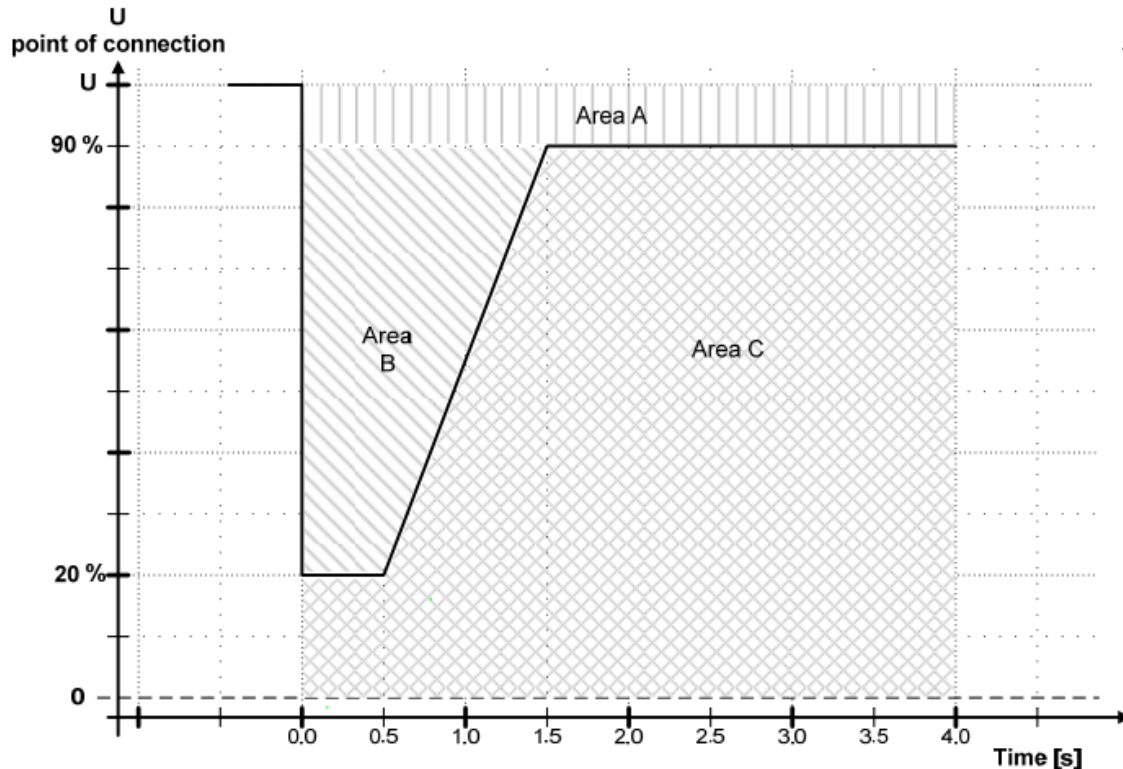
Norme danoise:
Il s'agit de garder le plus longtemps possible les parcs éoliens en fonctionnement afin qu'ils participent par leur production d'énergie active à la stabilisation du réseau et au retour à la normale.
Applicable pour des capacités de production > 25 kW

Norme française

PLAGE de fréquence	DURÉE MINIMALE de fonctionnement	PERTE MAXIMALE de puissance (pourcentage)
Entre 49,5 Hz et 49 Hz	5 heures	10 %
Entre 49 Hz et 48 Hz	3 minutes	10 %
Entre 48 Hz et 47,5 Hz	3 minutes	15 %
Entre 47,5 Hz et 47 Hz	20 secondes	20 %
Entre 50,5 Hz et 51 Hz	60 minutes	10 %
Entre 51 Hz et 51,5 Hz	15 minutes	Selon II
Entre 51,5 Hz et 52 Hz	20 secondes	Selon II

- Plus restrictive sur la plage de fréquence 49-48 Hz ou elle n'accorde une tolérance de 3 minutes au lieu de 30 pour la norme danoise
- Plus permissive sur les surfréquences et les surtensions

Chute de tension à 20% de la tension



Au point de connexion d'un parc éolien d'une puissance supérieure à 1,5 MW doit pouvoir rester en fonctionnement pour une chute de tension à 20% de la tension du réseau

Dans le zone A, le parc doit continuer d'être connecter et de produire normalement
 Dans la zone B, il doit rester connecter et doit contribuer en livrant une certaine quantité de puissance réactive pour la stabilisation de la tension en fonction de ses possibilités technologiques
 Dans la zone C la déconnexion est autorisée.

- Des fonctions de protection doivent être disponibles pour protéger les fermes éoliennes et garantir la stabilité du réseau public d'électricité.
 - Protection contre les défauts ou incidents intervenant sur le réseau public (différents types de court circuits, tension résiduelle pendant l'isolement du défaut, augmentation de tension en cas de défauts triphasé avec asymétrie)
 - Protection lors la remise sous tension du réseau
 - Protection au tant que possible contre des impacts non désirés du parc éolien sur le réseau
 - Protection évitant des déconnexions intempestives du parc éolien pour des situations non critiques pour ce dernier
 - Les valeurs de réglage des protections peuvent être modifiées à la demande de l'opérateur de système pour une meilleure gestion des flux. Les critères de conception et de bon fonctionnement des machines doivent être toutefois respectés.
 - Les opérateurs de réseau doivent informer l'opérateur du parc éoliens des valeurs minimales et maximales probables de courts-circuits aux points de raccordement

- Toute données de réglage sont données en valeurs RMS. L'installation doit être déconnectée ou stoppée dès les valeurs mesurées dépassent les valeurs de réglage.
- Ils ne peuvent être modifier qu'après accord de l'opérateur de système.
- La diapo suivante montre que l'on est plus restrictif sur les problèmes de surtensions en fonction de la taille des machines/parc.

Protection function	Symbol	Setting		Function time	
Overtoltage (step 2)	$U_{>>}$	$1.10 \cdot U_n$	V	200	ms
Overtoltage (step 1)	$U_{>}$	$1.06 \cdot U_n$	V	60	s
Undervoltage (step 1)	$U_{<}$	$0.90 \cdot U_n$	V	10...60	s
Overfrequency	$f_{>}$	52	Hz	200	ms
Underfrequency	$f_{<}$	47	Hz	200	ms
Frequency change	df/dt	± 2.5	Hz/s	200	ms

11-25 kW

Table 18 Requirements for wind power plants with a power output between 11 kW to 25 kW

Protection function	Symbol	Setting		Function time	
Overtoltage (step 3)	$U_{>>>}$	$1.20 \cdot U_n$	V	5...100	ms
Overtoltage (step 2)	$U_{>>}$	$1.10 \cdot U_n$	V	200	ms
Overtoltage (step 1)	$U_{>}$	$1.06 \cdot U_n$	V	60	s
Undervoltage (step 1)	$U_{<}$	$0.90 \cdot U_n$	V	10...60	s
Overfrequency	$f_{>}$	52	Hz	200	ms
Underfrequency	$f_{<}$	47	Hz	200	ms

25 kW à 25 MW

Table 19 Requirements for wind power plants with a power output between 25 kW to 25 MW

Protection function	Symbol	Setting		Function time	
Overtoltage (step 3)	$U_{>>>}$	$1.20 \cdot U_n$	V	5...100	ms
Overtoltage (step 2)	$U_{>>}$	$1.15 \cdot U_n$	V	2	s
Overtoltage (step 1)	$U_{>}$	$1.10 \cdot U_n$	V	60	s
Undervoltage (step 1)	$U_{<}$	$0.90 \cdot U_n$	V	10...60	s
Overfrequency	$f_{>}$	52	Hz	200	ms
Underfrequency	$f_{<}$	47	Hz	200	ms

> 25 MW

Table 20 Requirements for wind power plants with a power output greater than 25 MW

En guise de conclusion

- Plus les réseaux sont interconnectés avec des solides bases de puissance pleinement réglables, moins l'intégration physique de puissances ER de nature plus intermittentes ne posera de problèmes majeurs.
- Certains pays maintiennent la règle indicative des 30% de la capacité d'un réseau pour une tension donnée (France)
- Tous aussi important et peut-être plus dans l'avenir seront les normes régissant les échanges d'information en temps réel en raison du morcelage des centres de décisions techniques et de la nécessité d'une cohésion financière et comptable au niveau du marché, sur le plan technique et comptable.
 - Interaction entre les producteurs ER et les opérateurs de système que ce soit au niveau de la transmission ou la distribution → standard technique et communication
 - Interaction entre les producteurs, les compagnies de transport et de distribution, le gestionnaire de marché, les interphases avec les gestionnaire de marché voisin pour les aspects de programmation et comptabilité des échanges d'énergies et de comptabilité de la balance en terme monétaire, le gestionnaire de marché ayant cette fonction tampon.

En guise de conclusion

- On voit clairement en Europe une tendance de demander au producteur d'ER à caractère intermittent de rester le plus longtemps possible sur des réseaux en défaillance transitoire et de contribuer en fonction de leur capacité technologique à la production de réactif permettant une stabilisation de l'incident et un retour à la normale
- On constate une évolution technologique qui vise à rendre l'éolien et le PV beaucoup souple et réglable en terme de leur intégration sur les réseaux interconnectés
- Notons que certaines renouvelables comme l'hydroélectricité, la production d'énergie électrique de nature thermique à partir de la biomasse et dans un avenir proche le solaire thermique à concentration n'ont pas de caractéristiques techniques différentes de celles utilisées aujourd'hui au sein de la CEDEAO.
- La différence avec la situation actuelle sera de devoir gérer plus de sources de production à la fois. Donc la nécessité de développer les protocoles de communication et d'évoluer vers des réseaux de plus en plus intelligent.
- Le développement des réseaux et leur interconnexion favorisera l'insertion des ER dans le panier de production régional.

Voilà c'est fini

- On a l'habitude de dire 'l'énergie est **chère**, économisons la'
- Soyons plus valorisant dans notre démarche
- Disons 'l'énergie est **précieuse**, économisons la pour mieux la partager avec ceux qui en sont encore privés, et pour créer plus de marge pour les investissements en ER'