

# Chapitre II : Interconnexion des réseaux de transport et qualité de tension

## 1. Définition

Les interconnexions sont les lignes d'électricité qui relient différents réseaux, généralement les réseaux de plusieurs États membres. Dans le passé, ces interconnexions étaient principalement utilisées pour des raisons de sécurité de l'approvisionnement et n'étaient pas destinées à des exportations ou importations massives d'électricité à des fins commerciales.

## 2 Les avantages

Les principaux avantages d'interconnexion sont :

- Optimisation de l'utilisation des capacités installées
- Améliorations de la fiabilité réduisant les pannes d'électricité
- Contrôle amélioré de la fréquence du réseau pour minimiser les perturbations majeures
- Partage des capacités de réserve et réduction du niveau de réserves requises
- Fournir un soutien mutuel aux systèmes interconnectés en cas d'urgence
- Amélioration des conditions du marché de l'énergie dans des systèmes à grande échelle
- Faciliter l'intégration à grande échelle des énergies renouvelables grâce à une plus grande flexibilité

Le réseau de transport et d'interconnexion permet de bénéficier des différences de coûts de production (ou de prix offerts sur un marché ouvert) entre des équipements distants, conduisant à une réduction globale des coûts d'exploitation. Ces différences de prix, selon leur caractère conjoncturel ou structurel

## 3 Les réseaux interconnectés

Il existe en Europe/Asie 4 réseaux gérés indépendamment (tension, fréquence) et interconnectés par des liaisons à courant continu comme le montre la Figure 2-1 :

- le réseau UCTE (Union pour la Coordination du Transport de l'Energie Electrique) (Benelux, France, Allemagne, Portugal, Espagne, Italie, Danemark, Grèce, Autriche avec en plus la Suisse, la Slovaquie et depuis 2004, les pays de l'ex- Yougoslavie) auquel est aujourd'hui relié le réseau CENTREL, L'UCTE rassemble donc les TSO (Transmission system operators) de ces pays qui érigent des règles d'interconnexions car plus on s'étend plus les problèmes deviennent difficiles.
- le réseau NORDEL (Norvège, Suède, Finlande, Islande), relié (sauf Islande) au réseau UCTE via une liaison DC Danemark-Norvège et Danemark-Suède, une liaison DC existe également entre les Pays-Bas et la Norvège.
- le réseau EEC (Royaume Uni, Irlande) relié au réseau UCTE via une liaison DC Angleterre-France.
- le réseau IPS/UPS Unified Power System/Interconnected Power systems : pays du CIS et de la mer Baltique = Lituanie, Lettonie, Estonie, Arménie, Azerbaïdjan, Bélarussie, Georgie, Russie, Moldavie, Kazakhstan, Kirghizstan, Tadjikistan, Ukraine, Ouzbékistan

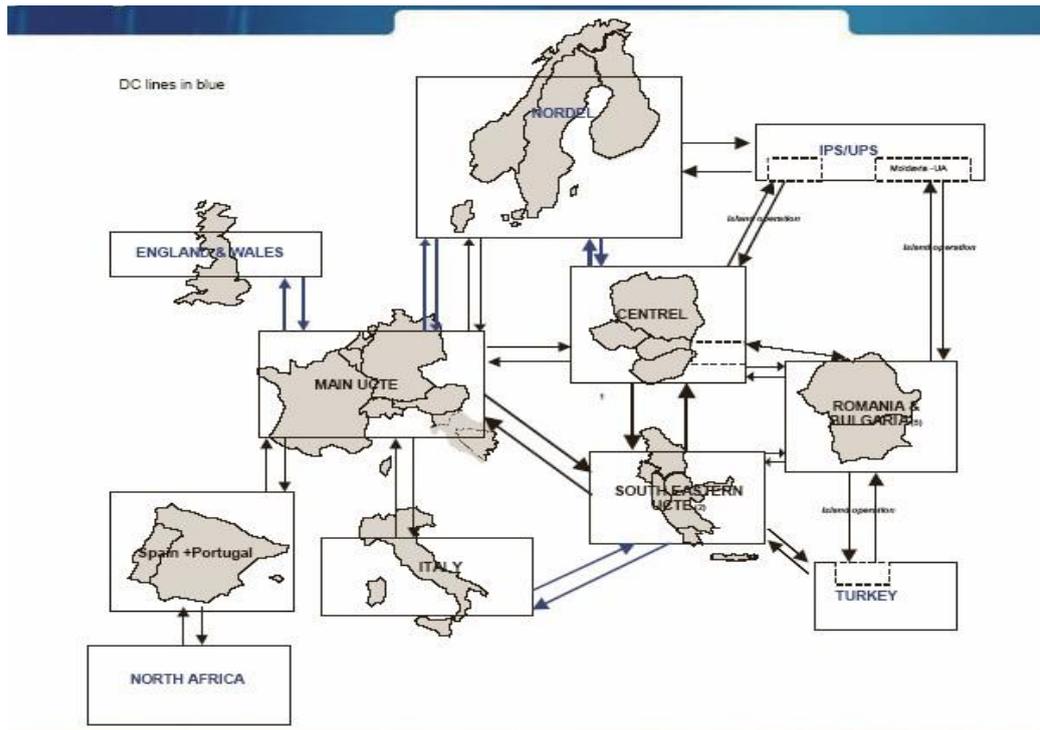


Fig 2.1 :les réseaux interconnectés(liaisons HVDC en Bleu)

- Quelques capacités d'interconnexion en 2006 :
- Entre le bloc « main UCTE » et le royaume uni : 2000 MW (DC)
- NORDEL : 1700 MW (DC via une liaison sous-marine entre NL et N) et une liaison synchrone de 2200 MW via le Danemark.
- CENTREL : 2400 MW (synchrone)
- Espagne/Portugal : 1400 MW (synchrone)
- Italie : 7150 MW (synchrone)
- South-eastern UCTE : 1400 MW (synchrone)

### Remarque :

Le réseau CENTREL couvrant la République Tchèque, la Hongrie, la Pologne et la Slovaquie a été connecté au réseau UCTE depuis 2004. Des discussions entre UCTE et la Turquie sont en cours de même que pour une boucle autour de la méditerranée. Le réseau européen UCTE est fortement interconnecté, principalement au niveau 400 kV.

### 3.1 L'interconnexion des réseaux électriques et la Comelec

Dès le mois de juin 1974, bien avant la constitution de l'Union du Maghreb Arabe (UMA) en 1989, les entreprises publiques d'électricité des trois pays, l'Office National Marocain de l'Electricité (ONE), la Société Nationale Algérienne de l'Electricité et du Gaz (SONELGAZ), la Société Tunisienne de l'Electricité et du Gaz (STEG) ont décidé la création du Comité

Maghrébin de l'Electricité (Comelec), immédiatement entérinée par le Conseil Permanent Consultatif Maghrébin (CPCM) qui regroupe les ministres de l'Economie des 3 pays<sup>2</sup>. Les compagnies des deux autres pays ont rejoint le Comité: Sonelec (Mauritanie) en 1975 et Gecol (Libye) en 1989 après la constitution de l'UMA, formant ainsi le groupe spécialisé le plus ancien de l'Union, dont les missions consistent à promouvoir et coordonner, à l'échelle maghrébine et vis à vis des institutions internationales, les relations sur les plan technique, économique, commercial, industriel, du management, de la formation et des relations sociales (Tableau 2-1). Dans ce cadre, des actions concrètes et efficaces ont été conduites en commun :

- renforcement des lignes d'interconnexion et développement des échanges électriques avec pour finalité d'assurer une solidarité des réseaux tout en évitant les risques de propagation d'incidents graves ;
- programmes d'équipement et étude de projets communs, diffusion d'un schéma directeur à long terme du réseau maghrébin; projets de station de pompage ou même de centrale nucléaire ;
- élaboration et mise à jour permanente d'une carte du réseau électrique maghrébin, y compris le réseau de distribution impliquant l'alimentation des villages frontaliers à partir du réseau le plus proche et dans les conditions technico - économiques les plus favorables ; la première action et probablement la plus symbolique a été l'alimentation du village tunisien martyr de Sakiet Sidi Youcef à partir du réseau algérien ou du village marocain de Figuig à partir du réseau algérien à Beni Ounif ;
- utilisation commune des structures de formation électriques et gazières ;
- promotion de l'intégration industrielle maghrébine, de l'intervention des bureaux d'études et entreprises de travaux et de fabrication de matériel électrique du Maghreb, à travers notamment le renforcement de la fonction engineering.

*Tableau 2-1 Les interconnexions électriques au Maghreb*

<b>Pays</b>	<b>Liaison</b>	<b>Tension (KV)</b>	<b>Longueur (Km)</b>	<b>Date</b>
<b>Algérie - Maroc</b>	Ghazaouet - Oujda	225	47	Achevée en 1975 En service 1988
	Tlemcen - Oujda	225	64	1992
	Hassi Aneur - Bourdim	400	232	2009
<b>Maroc-Espagne</b>	Meloussa-Puerto de la Cruz (1)	400	61	1997
	Meloussa-Puerto de la Cruz (2)	400	61	2005
<b>Algérie-Tunisie</b>	El Aouinet-Tadjerouine	90	60	1969
	El Aouinet-Tadjerouine	220	60	
	El Hadjar-Fernana	90	35	1969
	Djebel Onk-Metaloui	150	65	1984
	Cheffia-Jendouba	400		2014
<b>Tunisie-Libye</b>	Medenin-Abou Kammech	220	110	Achevée en 2003
	Tataouin-Rouiss	220	165	Achevée en 2003

### 3.2 interconnexion synchrone

**interconnexion synchrone** signifie que les réseaux ont même fréquence et même tension. Une telle extension n'était pas sans poser de nombreux problèmes pratiques.

En premier lieu, les perspectives d'interconnexion accrue s'ouvraient paradoxalement à un moment où il devenait extrêmement difficile de faire accepter la construction de nouvelles lignes de transport. En supposant cependant que de nouveaux ouvrages d'interconnexion puissent être construits, on cherchait aussi à en dessiner la meilleure structure : fallait-il s'appuyer sur un développement à l'identique du niveau de tension à 400 kV, ou plutôt entreprendre la construction d'un réseau européen à plus haute tension, pour lequel on trouvait à la fois des tenants de la solution à courant alternatif et de la solution à courant continu ?

Le couplage en synchrone des différents réseaux préexistants, rendu possible par les progrès en matière de réglage des réseaux qui permettaient de lever les problèmes techniques inhérents au fonctionnement en synchrone d'un grand réseau, s'est alors progressivement réalisé à partir de 1958.

En s'appuyant sur cette esquisse rapide, on peut énumérer les **avantages** de l'interconnexion, et plus spécialement de l'interconnexion synchrone :

- **Le développement des échanges transfrontaliers** ; cet aspect est un moteur principal de l'expansion de la zone géographique d'interconnexion.
- **Les bienfaits de la mutualisation** ; ils incluent plusieurs facettes ; l'interconnexion permet tout d'abord de produire ailleurs que là où on consomme, en bénéficiant de la souplesse d'ensemble de tous les groupes de production ; par ailleurs, l'interconnexion des consommations se traduit par un effet de foisonnement qui joue à différentes échelles de temps : il autorise à bénéficier d'une part de la compensation statistique des variations élémentaires des consommations, d'autre part des décalages horaires et des différentes habitudes de consommation des pays interconnectés ; l'interconnexion atténue aussi l'effet sur la fréquence d'un déclenchement de groupe, et conduit à un dimensionnement plus faible des réserves de puissance nécessaires pour être en mesure de faire face aux aléas affectant l'équilibre production/consommation.
- **La réduction des coûts d'investissement de réseau et de production** ; sur le plan des ouvrages de transport, l'interconnexion a permis de faire des économies d'investissements dans les réseaux internes des pays interconnectés, et de profiter des effets d'investissements différés ; côté production, l'interconnexion a permis l'obtention des gains, grâce aux rendements d'échelle (il est ainsi aisé de voir que bien des pays européens auraient du mal à supporter l'aléa constitué par le déclenchement fortuit de leur plus gros groupe de production, s'ils fonctionnaient en réseau isolé) ;

l'interconnexion a permis aussi la construction de centrales à participation entre bénéficiaires de pays multiples.

- **Une meilleure qualité de la desserte des utilisateurs du réseau** ; cette amélioration se traduit entre autres par une fréquence plus stable, des pertes de transport globalement plus faibles, une puissance de court-circuit plus élevée, un meilleur acheminement de la réserve ; par ailleurs, comme divers exemples en ont témoigné, l'interconnexion se prête à une reconstitution de réseau plus rapide suite à un incident de grande ampleur, du fait de la possibilité de s'appuyer sur les réseaux adjacents restés saufs.

\_ Cependant, l'interconnexion synchrone est susceptible d'apporter un certain nombre d'**inconconvénients**, qui peuvent constituer, si l'on n'y prend pas garde, le revers des avantages énoncés plus haut :

- **L'augmentation** de la puissance de court-circuit peut conduire à devoir recourir à du matériel de dimensionnement plus élevé et donc plus coûteux.
- Si globalement le niveau des pertes est plus réduit, il peut au contraire s'accroître dans certaines parties du réseau interconnecté à certains moments.
- Un réseau peut subir différentes répercussions de ce qui survient sur les réseaux voisins (manœuvres, défauts, fonctionnements d'automatismes, etc.).
- On ne peut pas exclure complètement la probabilité qu'un mécanisme d'effondrement survienne dans une partie du réseau et s'étende à l'ensemble du réseau.
- Le bon fonctionnement de l'ensemble repose sur le bon comportement de chacun des partenaires interconnectés ; a contrario, le comportement inadéquat d'un des partenaires peut induire des problèmes très gênants pour les autres et dont l'origine est parfois difficile à déterminer, surtout sur des réseaux très étendus.