

Deuxième rapport CESI

Comparaison au point de vue électrique des diverses solutions de passage de la chaîne des Pyrénées

Synthèse

La première étude effectuée par CESI a démontré que la structure actuelle des réseaux français et espagnol n'est pas adéquate pour garantir un transit de puissance entre la France et l'Espagne de 2800MW tout en respectant les critères de sécurité émis par l'Union de Coordination pour le Transport d'Electricité (UCTE) dont les deux pays concernés font partie. De ce fait, un renforcement des réseaux s'avère indispensable pour permettre l'accroissement de l'échange de puissance entre les deux pays au niveau requis. Les solutions possibles de renforcement sont nombreuses : on peut en effet concevoir de renforcer l'interconnexion du côté atlantique, le long de l'axe central des Pyrénées ou sur la côte de la Méditerranée en alternative à la construction d'une nouvelle ligne entre les postes de Baixas et de Bescanò.

Le but de cette étude complémentaire est la comparaison des différentes alternatives d'interconnexion du point de vue du comportement des réseaux dans le scénario 2006 qui prévoit une capacité d'échange de 2800MW tout en respectant les critères de sécurité UCTE.

Les solutions de renforcement des réseaux prises en considération dans ce rapport sont les suivantes :

- **Cas de base** : construction d'une nouvelle ligne Baixas-Bescanò selon les critères pris en compte dans la première étude CESI (voir configuration A : ligne aérienne en double terne le long du tracé de la ligne TGV) ;
- **Alternative n.1** : renforcement du réseau du côté atlantique réalisé au moyen d'un doublement de la ligne 400kV Argia-Hernani ;
- **Alternative n.2** : renforcement du réseau du côté méditerranéen réalisé au moyen d'un doublement de la ligne 400kV Baixas-Vic ;
- **Alternative n.3** : renforcement du réseau dans les Pyrénées centrales, pris en compte sous forme d'une nouvelle ligne 400kV.

Pour effectuer les comparaisons, a été utilisée une schématisation des réseaux français et espagnol à partir des données fournies par RTE et Red Electrica de España. Le fonctionnement de ces réseaux, dans les divers cas d'interconnexion étudiés, a été simulé par des modèles habituellement utilisés par CESI et techniquement reconnus au plan international.

La comparaison a été réalisée suivant trois critères qui représentent les trois fonctions des interconnexions :

- Assurer l'échange de puissance en toute sécurité ;
- Assurer les échanges d'énergie qui permettent d'optimiser l'exploitation des générateurs et de créer un marché européen ;
- Procurer des améliorations locales de l'alimentation des régions traversées.

➤ Sécurité des échanges de puissance

Les deux facteurs principaux qui caractérisent la qualité de la fourniture électrique sont la stabilité de la tension et la stabilité de la fréquence autour de leurs valeurs nominales.

Les interconnexions entre les systèmes électriques permettent un secours mutuel en cas d'urgence et, en général, permettent d'atténuer les effets des perturbations qui peuvent avoir lieu pendant l'exploitation du réseau (typiquement déclenchement pour défaut d'un composant du réseau ou d'un générateur).

Cependant, les lignes d'interconnexion doivent être "électriquement" assez fortes pour faire face aux perturbations, sinon, à la suite d'oscillations induites par des perturbations, elles peuvent se déclencher exactement au moment où leur contribution est cruciale pour permettre l'aide mutuelle. Le déclenchement va causer une cascade d'interventions des protections qui conduisent à la séparation des systèmes et éventuellement à des délestages sur des aires étendues.

Le premier rapport CESI avait démontré que la construction d'une nouvelle ligne Baixas-Bescanò permet de garantir un fonctionnement de réseau dans le respect des critères de sécurité recommandés par l'UCTE.

Les calculs de réseau effectués dans la présente étude permettent de formuler les conclusions suivantes :

- Le doublement de la ligne Argia-Hernani ou de la ligne Baixas-Vic ne permet pas de garantir un fonctionnement de réseau dans le respect des critères de sécurité recommandés par l'UCTE ;
- La construction d'une nouvelle ligne dans les Pyrénées centrales permet de garantir un fonctionnement de réseau dans le respect des critères de sécurité recommandés par l'UCTE, tant dans le cas d'une mise hors service d'une ligne que d'un groupe générateur (ceci est valable aussi pour la ligne Baixas-Bescanò) ;
- Les deux solutions alternatives recevables (Baixas-Bescanò et Pyrénées centrales) garantissent le respect des contraintes même dans une perspective plus éloignée (scénario 2010).

➤ Echanges d'énergie

On a très tôt cherché à amortir le coût des interconnexions en leur donnant, à côté de leur rôle de base de sécurisation des réseaux, une fonction d'échange d'énergie. Cela a permis d'abord d'utiliser au mieux les capacités de production des divers pays, ce qui devient de plus en plus important au fur et à mesure que les productions "non dispatchables" (qu'on ne peut commander à volonté, comme par exemple l'éolien) s'accroissent. Cela permet maintenant de viser la création d'un marché unique de l'énergie en généralisant les comportements d'optimisation de chaque gestionnaire de réseau.

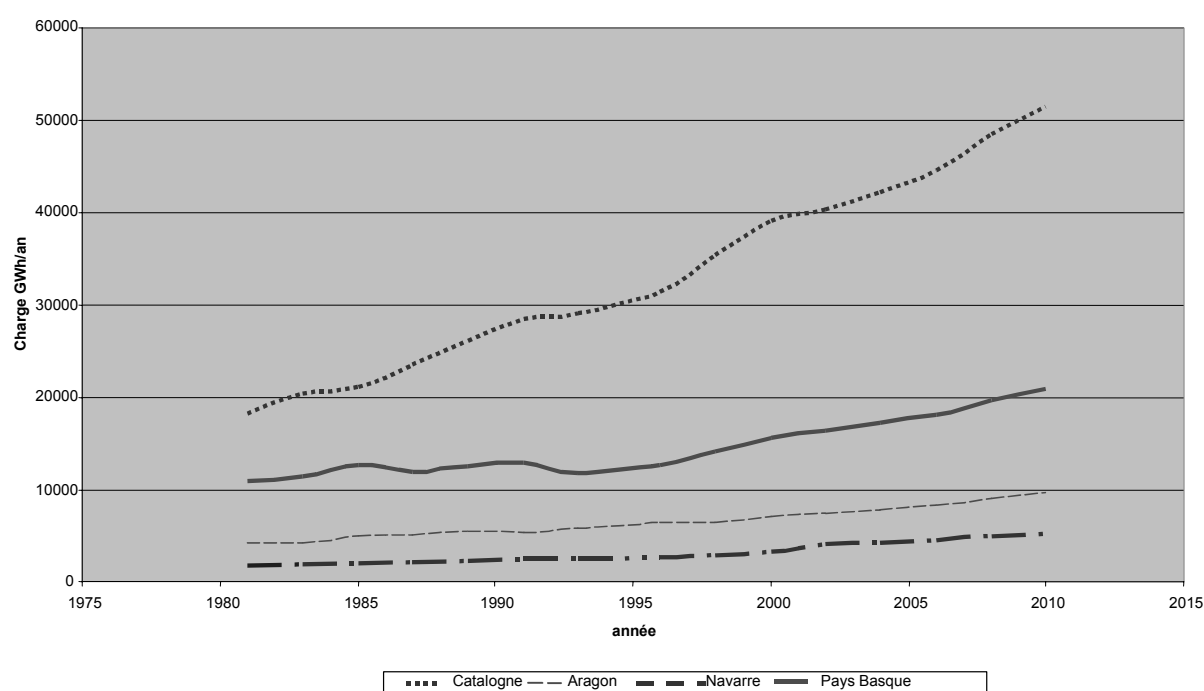
Il est donc important que les infrastructures d'interconnexion soient choisies, dès lors qu'elles assurent leur fonction de base de sécurité, par rapport à leur rendement en tant que transporteur d'énergie en fonctionnement normal. Ceci d'autant plus que le taux des échanges d'énergie entre la péninsule Ibérique et la plaque européenne est l'un des plus bas d'Europe ¹.

¹ Voir annexe ci-jointe "Les interconnexions comme facteur de croissance des échanges énergétiques en Europe"

De ce point de vue, l'analyse des taux de charge des lignes montre que la construction d'une ligne supplémentaire 400kV dans les Pyrénées centrales a comme effet de décharger la ligne 225kV Pragnères-Biescas et de reporter une charge supplémentaire sur la directrice Baixas-Vic, qui dépasserait dans ce cas 60% de sa capacité. L'aspect plus significatif à remarquer est le taux de charge de la nouvelle ligne qui, dans les conditions normales, serait de l'ordre de 20% de sa capacité, alors que celui de la ligne Baixas- Bescanò dans les mêmes conditions serait de 38%.

Si l'on pousse la simulation à l'horizon 2010, la conclusion précédente se trouve accentuée.

Cela s'explique par le fait que, selon les estimations de REE, le taux d'augmentation de la charge est sensiblement différent dans les quatre régions frontalières de l'Espagne, comme on peut le voir sur la Figure ci-dessous. L'augmentation de la charge dans les quatre régions a été estimée en 1655 MW répartie selon les proportions indiquées sur la Figure. Suite à l'application de la nouvelle charge dans les régions frontalières de l'Espagne, on a donc construit un scénario qui représente l'évolution possible en l'an 2010.



Evolution de la charge dans les quatre régions frontalières de l'Espagne

Les calculs des flux de puissance en condition normale (c'est-à-dire avec tous les composants du réseau en service) montrent que la solution de la ligne Baixas-Bescanò permet un chargement plus équilibré des lignes d'interconnexion. Il faut noter par ailleurs que cette solution comprendrait 87 km de lignes nouvelles montant à 600 m d'altitude, celle des Pyrénées centrales 240 km à 1500 m d'altitude.

➤ Amélioration de l'alimentation locale

Quel que soit son tracé précis, une ligne dans les Pyrénées centrales traverse des régions peu industrialisées et aboutit en Espagne dans une zone de croissance moindre. Elle ne peut avoir d'impact important sur l'alimentation locale.

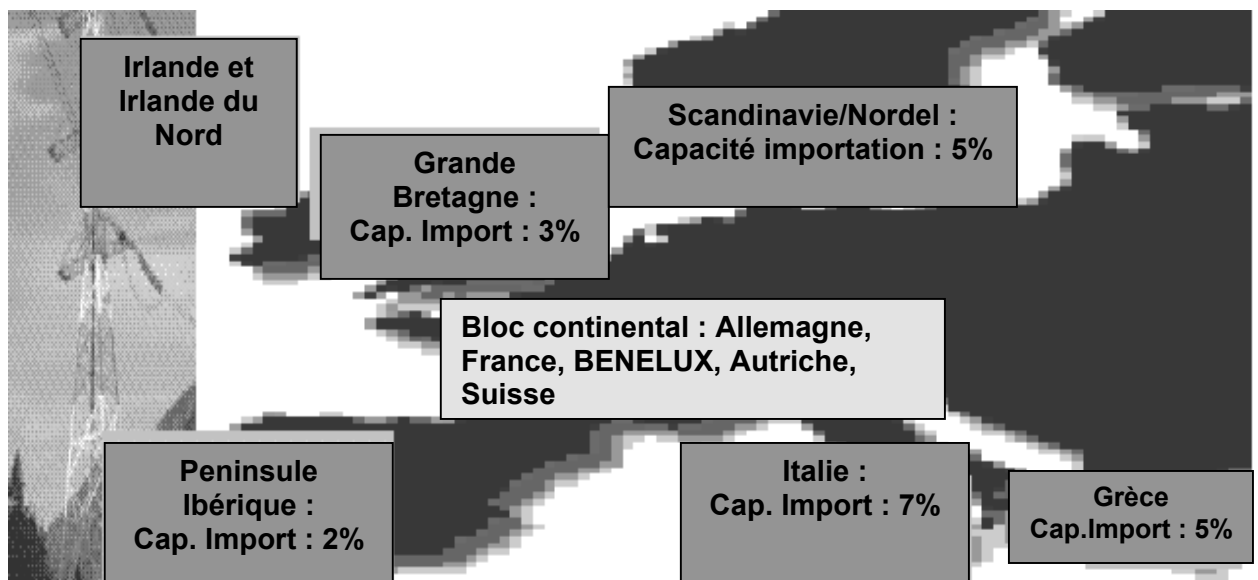
Une ligne entre les deux Catalognes présente l'avantage de permettre la constitution d'une boucle Baixas-Vic, Bescanò-Baixas. Chacun des points de la boucle peut être alimenté par un coté ou par l'autre. Cela représente un avantage de fiabilité et de sécurité évident.

Le premier gros utilisateur à en bénéficier serait le TGV. Il a été démontré qu'en France, le TGV peut être alimenté sans construction de la ligne Baixas-Bescanò. Il pourrait l'être également en Espagne au prix de l'exécution de renforcements de réseaux actuels en 400 kV et en 220 kV. Mais il est non moins certain que la réalisation de la ligne et des renforcements, c'est-à-dire de la boucle mentionnée ci-dessus, représente une amélioration significative. Cette amélioration vaudrait notamment pour tout utilisateur important qui s'installerait dans l'ensemble de la région Franco-Espagnole.

ANNEXE

LES INTERCONNEXIONS COMME FACTEUR DE CROISSANCE DES ECHANGES ENERGETIQUES EN EUROPE

La création d'un marché européen de l'énergie électrique, préconisée par l'Union Européenne dans la Directive 96/92/CE², requiert la disponibilité d'infrastructures de réseau interne et transfrontalières dans chacun des Etats membres. Le système électrique européen est actuellement composé par un bloc continental central et six satellites ayant une faible capacité d'importation. La situation est montrée dans la Figure suivante.

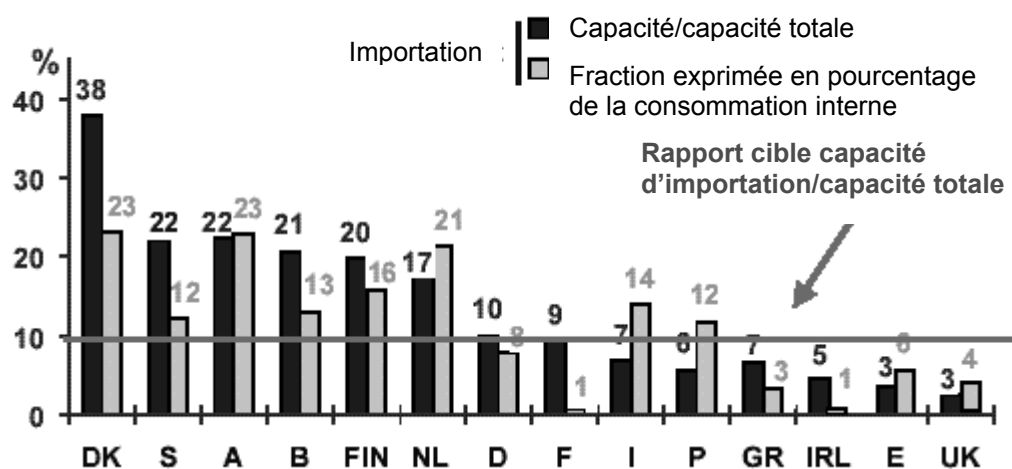


Capacité d'importation exprimée en pourcentage de la capacité installée dans les aires "satellites" (source UE-DGTREN, ETSO et UCTE³)

² Directive Européenne n.96/92/CE, « Règlement pour le marché interne de l'énergie électrique », Décembre 1996

³ UE-DGTREN= Union Européenne, Direction Générale des Réseaux Trans-Européens (Directorate General for Trans-European Networks) ;
ETSO = Association Européenne des Gestionnaires du Réseau de Transport (European Transmission System Operators) ;
UCTE = Union pour la Coordination du Réseau de Transport.

Il faut remarquer que la capacité d'importation réduite entre les zones satellites et le bloc continental provoque une congestion du marché qui limite les transactions entre les usagers et les producteurs et une segmentation du marché. De ce fait, la Commission Européenne a décidé récemment que tous les Etats membres doivent atteindre un niveau d'interconnexion minimum de 10% de leur capacité de génération dans un « délai raisonnable ». Des cibles plus importantes ont été établies pour les Etats Membres qui dépassent déjà le seuil de 10% avec un niveau de congestion important ou qui constituent des aires de transit importantes. La Figure suivante montre pour chacun des Etats Membres la fraction de capacité d'importation d'énergie par rapport à la capacité totale installée et la fraction d'énergie importée par rapport à la consommation.



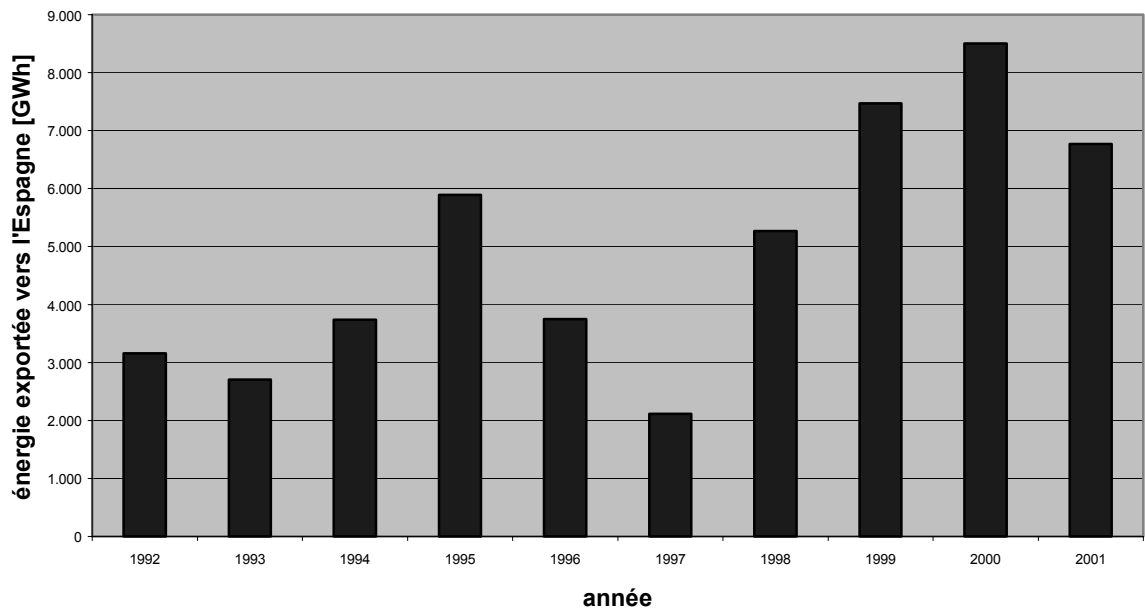
Capacité d'importation et consommation (source UE-DGTREN)

Le manque de capacité d'interconnexion a été constaté pour différents pays dont certains sont à un niveau nettement inférieur à la cible établie. Pour corriger ce déficit, l'U.E a établi une liste de priorité et a identifié 7 goulets d'étranglement qui doivent être renforcés; en particulier :

- La frontière entre la France et l'Espagne ;
- L'Italie (en particulier les frontières Italie-France/Suisse et Italie-Autriche/Slovénie) ;
- La frontière Belgique-Pays Bas ;
- La frontière Allemagne-Ouest Danemark ;
- L'Irlande-Grande Bretagne ;
- La Grande-Bretagne-Europe Continentale ;
- La Grèce.

Pour arriver à ces objectifs, l'U.E se concentre sur une nouvelle liste de Projets Prioritaires en révisant les Guides pour le Réseau Trans-Européen de l'Energie (T.E.N= Trans European Network) et propose d'accroître de 10% à 20% le taux maximum de co-financement des Projets Prioritaires. Afin de surveiller la progression des projets prioritaires, la Commission rédigera un rapport annuel avec la contribution de chacun des Etats concernés, à soumettre à l'attention du Conseil et du Parlement.

Parmi les aires « satellites » critiques, la Péninsule Ibérique est une de celles qui montre les plus fortes limitations de la capacité d'échange. Actuellement, l'Espagne a un rapport entre la capacité d'importation et la capacité installée de génération d'environ 3% ; ce rapport est en outre destiné à chuter à 1,9% en 2020 si des renforcements du réseau à travers les Pyrénées n'étaient pas réalisés. Le renforcement des lignes d'interconnexion entre la France et l'Espagne est un moyen pour permettre l'accroissement du marché transfrontalier de l'électricité. En fait, malgré un taux d'échange d'énergie plutôt stable dans la décennie passée (voir Figure ci-dessous), les estimations effectuées au sein du projet européen MEDRING (dans le cadre du programme MEDA) montrent un potentiel d'échanges d'énergie entre les deux pays pouvant atteindre en 2010 la valeur de 19TWh/an dans l'hypothèse où une partie de l'énergie nécessaire à l'Espagne est importée d'Algérie à travers la connexion sous-marine en courant continu. Dans le cas où la ligne sous-marine ne serait pas réalisée, l'échange d'énergie entre la France et l'Espagne devrait s'élever à plus de 20TWh/an. Ces calculs ont été effectués en considérant le scénario de l'évolution du prix des sources primaires d'énergie disponibles auprès de l'Observatoire Méditerranéen de l'Energie tout en négligeant les goulets d'étranglement.



Exportation d'énergie de la France vers l'Espagne dans les années 1995-2002