



ACTIONS NON EFFICACES

POUR L'AMÉLIORATION DU LIEN SYNCHRONISANT

Étude n°5 : remplacement des câbles conducteurs des lignes existantes en conservant les pylônes

- ◆ **En quoi cela consiste ?** Il s'agit de **remplacer les câbles conducteurs existants par de nouveaux câbles**, utilisant des matériaux plus performants, en respectant le gabarit des anciens câbles conducteurs pour pouvoir les placer sur les pylônes existants.
- ◆ **Les utilisations habituelles :** Ces câbles conducteurs, développés récemment, **augmentent la capacité de transport** d'une ligne aérienne.
- ◆ **Efficacité :** La géométrie de la disposition des câbles conducteurs dans l'espace est le principal paramètre qui fixe la qualité du lien synchronisant pour une ligne aérienne. En remplaçant les conducteurs des lignes actuelles, sans modifier les pylônes, **on n'améliore pas le lien synchronisant**. Cette solution ne permet donc pas de faire face au risque de perte de synchronisme.

Étude n°6 : remplacement des câbles conducteurs des lignes existantes et des pylônes

- ◆ **En quoi cela consiste ?** Cette action consisterait à **modifier significativement la géométrie de la ligne**, en reconstruisant une nouvelle ligne pouvant supporter des câbles conducteurs plus importants en masse et/ou en diamètre.
- ◆ **Les utilisations habituelles :** Cette action est mise en œuvre pour **moderniser et fiabiliser une ligne aérienne**.
- ◆ **Efficacité :** Cette action **ne permettrait pas d'établir un lien synchronisant suffisant entre le Nord Cotentin et le reste du réseau**, sauf si la nouvelle ligne comporte quatre circuits (voir étude n°1). De plus, les travaux de reconstruction d'une ligne existante ne peuvent se faire sans imposer l'arrêt d'au-moins un des groupes de production actuels de Flamanville. Le coût de cet arrêt d'un groupe de production pendant au moins deux ans (durée minimale du chantier de reconstruction d'une ligne) représente **un coût très important, supérieur au double du coût de la ligne Cotentin - Maine**, qui s'ajoute au coût des travaux.



Étude n°7 : remplacement de la ligne existante par une ligne à courant continu

- ◆ **En quoi cela consiste ?** Du courant continu peut être obtenu à partir de courant alternatif, grâce à une « **station de conversion** ». La ligne à courant continu insérée dans un réseau électrique devrait donc comporter un tel dispositif à **chacune de ses extrémités**. Il est possible d'utiliser ensuite les pylônes et câbles conducteurs d'une des liaisons à courant alternatif existantes, moyennant le remplacement des isolateurs et de légères adaptations des pylônes.
- ◆ **Les utilisations habituelles :** Ce genre de système est **très cher** (environ 400 millions d'euros pour deux stations de conversion dans le cas d'une ligne à 400 000 volts, auxquels il faut ajouter le coût de modification de la ligne existante). Il est utilisé au Canada, au Brésil ou en Russie, où l'on transporte de très fortes puissances sur de très grandes distances, et pour des liaisons d'interconnexion sous-marines importantes, où il n'est techniquement pas possible d'utiliser une liaison à courant alternatif, par exemple entre la France et l'Angleterre.
- ◆ **Efficacité :** Une ligne à courant continu **n'est pas efficace en cas de rupture de synchronisme**. Lors d'un court-circuit, les stations de conversion se déconnectent pour se protéger. La ligne à courant continu ne se reconnecte qu'au bout de quelques dixièmes de secondes après élimination du court-circuit, c'est-à-dire trop tard pour aider à la re-synchronisation. L'utilisation de cette technologie aggrave fortement la situation, car une des liaisons à courant alternatif n'existe plus donc le lien synchronisant est globalement affaibli.

Étude n°8 : construction d'une liaison à courant continu supplémentaire

- ◆ **En quoi cela consiste ?** Le réseau est renforcé par l'**ajout d'une ligne à courant continu**.
- ◆ **Les utilisations habituelles :** Identiques au cas précédent.
- ◆ **Efficacité :** Comme dans le cas précédent, la ligne à courant continu n'est **pas efficace en cas de rupture de synchronisme**. Ce renforcement améliore légèrement la situation actuelle, mais pas suffisamment pour que le risque de perte de synchronisme soit écarté. De plus, elle a un coût très important, supérieur au double du coût de la ligne aérienne.

Étude n°9 : Installation d'un Compensateur Statique de Puissance Réactive (CSPR)

- ◆ **En quoi cela consiste ?** Le CSPR est un **dispositif électronique de réglage de la tension**. Comme indiqué au chapitre 4, l'installation de deux appareils de ce type est en cours en Bretagne pour améliorer le plan de tension en cas d'incident.
- ◆ **Les utilisations habituelles :** Les CSPR sont utilisés pour **lutter contre le risque d'écroulement de tension** dans les réseaux éloignés des sites de production. Ils sont également utilisés dans les installations industrielles absorbant des puissances fortement variables (comme les aciéries électriques par exemple), afin de limiter les fluctuations de tension.
- ◆ **Efficacité :** Le CSPR n'a **pas d'impact sur le lien synchronisant**. Dans le cas d'un court-circuit proche, le dispositif s'efface et ne retrouve sa pleine fonction que lorsque la tension du réseau a été restaurée, c'est-à-dire, en général, trop tard pour stabiliser des groupes en train de perdre le synchronisme. Il est donc inefficace pour l'insertion du groupe de production Flamanville 3 dans le réseau de transport.

Étude n°10 : utilisation d'une liaison à 750 000 volts

- ◆ **En quoi cela consiste ?** Les liaisons à 750 000 volts, voire plus, sont utilisées dans des pays très vastes (Canada, États-Unis, Russie) afin de **limiter les pertes par « effet Joule »** dans le transport d'électricité : à puissance transmise identique, elles sont divisées par quatre quand on double la tension. Pour étudier l'intérêt d'une liaison à 750 000 volts pour résoudre les problèmes techniques posés par le groupe de production Flamanville 3 au réseau d'interconnexion, trois pistes ont été envisagées :
 1. le remplacement de la ligne Manuel – Launay – Domloup existante par une ligne à 750 000 volts à un seul circuit, ce qui permettrait de conserver la largeur et la hauteur des pylônes
 2. le remplacement de la ligne Manuel – Launay – Domloup existante par une ligne à 750 000 volts à deux circuits
 3. la construction d'une ligne supplémentaire à 750 000 volts à un circuit
- ◆ **Les utilisations habituelles :** L'utilisation de niveaux de tension supérieurs à 400 000 volts a été évoquée pour la France dans des études prospectives menées il y a une trentaine d'années, à une époque où les perspectives de croissance de consommation d'électricité étaient beaucoup plus élevées que ce qui a été constaté par la suite.
- ◆ **Efficacité :** en reprenant les trois pistes évoquées ci-dessus :
 1. Le remplacement d'une ligne double à 400 000 volts par une ligne simple à 750 000 volts présente la **même qualité de lien synchronisant** : en effet, il faut transformer l'énergie à chaque extrémité, ce qui supprime le bénéfice de l'augmentation de la tension. Par ailleurs, les pylônes de la ligne actuelle ne peuvent être utilisés pour accepter le niveau de tension de 750 000 volts. Il serait donc nécessaire de reconstruire la ligne en lieu et place, ce qui est inenvisageable vu les contraintes liées aux consignations.
 2. La ligne double à 750 000 volts nécessite **des pylônes plus hauts et plus chers** que les pylônes à 400 000 volts. Cette solution se heurte encore à l'impossibilité de reconstruire en lieu et place.
 3. Une nouvelle ligne à 750 000 volts simple circuit est environ **40 % plus chère qu'une nouvelle ligne à 400 000 volts double circuit**, pour une efficacité moindre du point de vue du synchronisme et du transit. Un court-circuit conduit en effet à la mise hors tension de la ligne à 750 000 volts dans son ensemble, alors qu'un seul des deux circuits d'une ligne double à 400 000 volts serait concerné.

Étude n°11 : utilisation d'une liaison à 225 000 volts

- ◆ **En quoi cela consiste ?** Cette action consiste à **créer une nouvelle ligne à 225 000 volts** entre le Nord Cotentin et le reste du réseau, afin d'améliorer la tenue du synchronisme.
- ◆ **Les utilisations habituelles :** Jusque dans les années 1960, le réseau d'interconnexion était constitué par des ouvrages à 225 000 volts. Le réseau à 400 000 volts l'a ensuite remplacé dans ce rôle. Aujourd'hui, le réseau à 225 000 volts a un **rôle de répartition régionale de la puissance**, et d'alimentation des villes, de certaines usines de puissance importante, et de lignes ferroviaires à grande vitesse.
- ◆ **Efficacité :** Le **lien synchronisant** apporté par une liaison à 225 000 volts **n'est pas suffisant** car le niveau de tension est inférieur au niveau de tension de raccordement de la centrale.

