

AUTRES TECHNIQUES ÉTUDIÉES



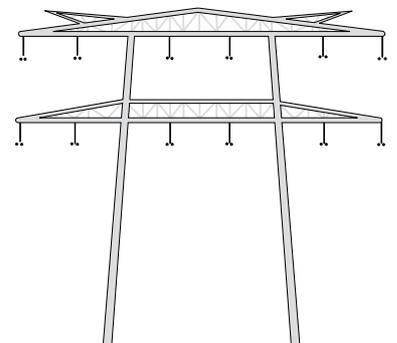
Afin de choisir la meilleure solution du point de vue de l'efficacité technique, du coût et de l'impact environnemental, RTE a étudié plusieurs actions possibles sur le réseau, autres que la construction d'une ligne à 400 000 volts, dans le but d'améliorer le lien synchronisant entre le Nord Cotentin et le reste du réseau, et de résoudre les autres problèmes techniques présentés dans les chapitres précédents.

Certaines technologies décrites dans ce chapitre sont utilisées pour résoudre d'autres types de problèmes que ceux posés par l'insertion du groupe de production Flamanville 3 dans le réseau de transport. Elles sont évoquées pour répondre à la question de leur éventuelle efficacité dans le cas présent.

ACTIONS TECHNIQUEMENT EFFICACES, MAIS D'UN COÛT PROHIBITIF

Étude n°1 : construction d'une ligne quadruple circuit

- ◆ **En quoi cela consiste ?** Il s'agirait de reconstruire la ligne existante, **en multipliant par deux le nombre de câbles conducteurs** supportés par les pylônes. La ligne actuelle, dite « double circuit » car elle supporte deux ensembles de trois câbles conducteurs, serait remplacée par une ligne « quadruple circuit », supportant quatre ensembles de trois câbles conducteurs.
- ◆ **Les utilisations habituelles :** Cette technique n'est pas habituelle : il **n'existe pas en France de ligne quadruple au niveau de tension de 400 000 volts**, car les contraintes d'exploitation sont importantes (nécessité de mettre les quatre circuits hors tension pour certaines interventions de maintenance).
- ◆ **Avantages :** Cette action est **une solution efficace du point de vue technique** (pour le synchronisme, le dépassement de l'intensité maximale admissible, et l'écroulement de tension), qui pourrait utiliser les tracés de ligne existants. De plus, elle permet de n'avoir qu'une seule file de pylônes en fin de travaux.
- ◆ **Inconvénients :** Cette action présente de nombreux inconvénients :
 - Une **emprise au sol très importante** : pour une hauteur à peu près identique à celle des pylônes double circuit, les pylônes quadruple circuit sont presque deux fois plus larges.
 - Son **coût très élevé**.
 - Du point de vue de **l'exploitation du réseau** (entretien, travaux), cette technique soulève des **difficultés** car certaines opérations nécessitent la mise hors tension des quatre circuits.
- ◆ **Coût :** Le coût de cette ligne quadruple serait de **2,5 fois le coût** de construction **d'une nouvelle ligne double**.
- ◆ **Efficacité :** En terme de synchronisme, l'efficacité est bonne (équivalente à la construction d'une ligne supplémentaire).



pylône quadruple circuit



pylône double circuit

Étude n°2 : construction d'une liaison souterraine

◆ **En quoi cela consiste ?** Il s'agit de construire un lien synchronisant en liaison souterraine à 400 000 volts. Deux technologies sont disponibles : le câble à isolation synthétique (CIS) et le câble à isolation gazeuse (CIG). La technologie du câble supraconducteur est beaucoup moins avancée, elle est aujourd'hui au stade du prototype.

Une **liaison souterraine** en technologie CIS **nécessite quatre tricâbles** (c'est-à-dire quatre ensembles de trois câbles conducteurs) pour fournir une capacité de transit égale à celle de la ligne aérienne à double circuit nécessaire à l'insertion du groupe de production Flamanville 3 dans le réseau électrique.

◆ **Les utilisations habituelles :** Les liaisons souterraines sont utilisées pour les niveaux de tension inférieurs (voir chapitre 9). En 400 000 volts, il existe quelques liaisons souterraines de faible longueur, principalement pour l'alimentation de grandes villes étrangères (Berlin, Madrid, Londres...). A noter que la question ne se pose pas pour les grandes villes françaises, y compris Paris, qui sont desservies par des liaisons souterraines à 225 000 volts.

◆ **Avantages :** Cette technologie est efficace pour le synchronisme, le transit et la tenue de tension. Elle présente un **impact visuel moindre** que la ligne aérienne et une **moindre sensibilité aux variations climatiques**. Les pertes par « effet Joule » sont plus faibles dans la ligne souterraine, d'un facteur 2 ou 3 environ.

◆ **Inconvénients :** Le principal inconvénient de la liaison souterraine est son **coût extrêmement élevé** (voir ci-dessous). Il faut également mentionner :

- La présence de courants induits, dits « courants capacitifs », qui saturent le transit dans les circuits CIS et sont inutilisables pour l'alimentation des consommateurs. Pour les éliminer, des stations de compensation sont installées tous les 20 à 25 km environ.

- Une difficulté d'utilisation dans le réseau à 400 000 volts maillé, formé de liaisons aériennes. La liaison souterraine présente une **impédance trois fois moindre** que celle d'une ligne aérienne (l'impédance est l'équivalent pour le courant alternatif de la résistance pour le courant continu). C'est donc un chemin préférentiel pour le transit de puissance. La ligne Cotentin - Maine étant insérée dans un réseau maillé, les cheminements de puissance dans le réseau seraient bouleversés et le dimensionnement des ouvrages existants pourrait être remis en cause.

- Un impact environnemental non négligeable. Les travaux de construction d'une liaison souterraine à 400 000 volts nécessitent, pour l'ouverture de plusieurs tranchées et la circulation des engins, une emprise d'environ 15 m de large. Ces travaux ont un impact important sur l'environnement (faune, flore, sol et sous-sol). **Après la mise en service, le terrain au-dessus de l'ouvrage doit être laissé vierge de toute plantation d'arbre et d'arbuste et de toute habitation.**

- Du point de vue de la maintenance du réseau, **les avaries** sur les câbles souterrains **sont beaucoup plus longues à réparer** que sur les lignes aériennes et induisent des impacts dus aux travaux de terrassement.

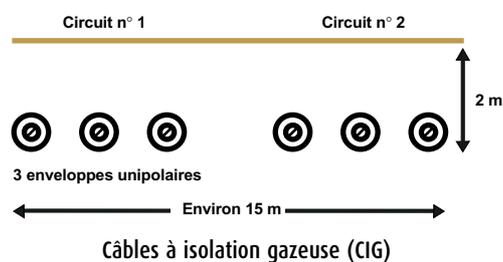
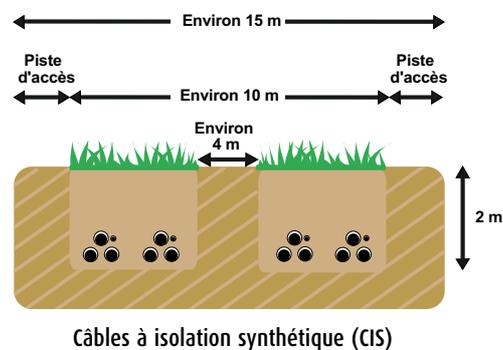
◆ **Coût :** Au niveau de tension de 400 000 volts, le coût d'investissement nécessaire à la construction d'une liaison souterraine est d'environ **9 fois le coût de la ligne aérienne** (avec les technologies les plus modernes actuellement disponibles).

Pour le projet Cotentin - Maine, cela conduirait à un surcoût d'investissement de l'ordre de 1 milliard d'euros.

Ce surcoût représente l'équivalent du double du montant annuel des investissements actuels de RTE. Il nuirait donc très fortement aux objectifs de productivité que se fixe RTE pour faire baisser le coût du transport d'électricité au bénéfice de l'ensemble des utilisateurs du réseau.

◆ **Efficacité :** L'efficacité de cette technique est théoriquement bonne pour le maintien du synchronisme. Toutefois, la présence d'une liaison souterraine au sein d'un réseau composé de liaisons aériennes produit des modifications des transits et du plan de tension qui impliquent l'installation de moyens de compensation. Il convient de noter qu'**aucun ouvrage souterrain d'une telle longueur n'existe aujourd'hui dans le monde.**

Câbles souterrains équivalents



	Ligne souterraine	Ligne aérienne
Études	0,1 à 0,2 M€/km	0,1 M€/km
Fournitures	4,8 à 5,4 M€/km	0,3 M€/km
Travaux	2,1 à 2,4 M€/km	0,4 M€/km
Total	7,1 à 7,9 M€/km	0,83 M€/km