

# L'impact du Plan Solaire Méditerranéen sur l'évolution des interconnexions électriques entre les pays du pourtour méditerranéen

Conformément à l'objectif de Barcelone défini en 1995, les pays des rives Sud et Est de la Méditerranée ont décidé d'inscrire leur devenir énergétique dans un dessein européen visant à la constitution d'un marché euro-méditerranéen de l'énergie, auquel tous les pays concernés ont souscrit. L'Union

pour la Méditerranée (UpM) a repris cet objectif à son compte.

par **François MESLIER\*** et **Pierre PALAT\*\***

**C**onstituant une des six initiatives clés de l'UpM, le développement du Plan Solaire Méditerranéen (PSM) aura un impact fort sur les interconnexions électriques du pourtour méditerranéen, à la fois entre les différents pays exportateurs et vers les pays importateurs de cette énergie, et ce :

- de par son objectif de création de 20 GW de capacités nouvelles de production d'électricité à l'horizon 2020 dans les pays du Sud et de l'Est de la Méditerranée,
- grâce à la possibilité, pour ces mêmes pays, d'exporter vers le Nord une part significative de l'électricité ainsi produite, considérée à la fois comme un gage financier convaincant de la rentabilité de ces investissements et comme une contribution des pays du Nord à la réalisation de leurs propres objectifs (à savoir porter à 20 % la

---

\* Directeur à EDF

---

\*\* Ingénieur général des Mines.

# Les systèmes synchrones autour de la Méditerranée

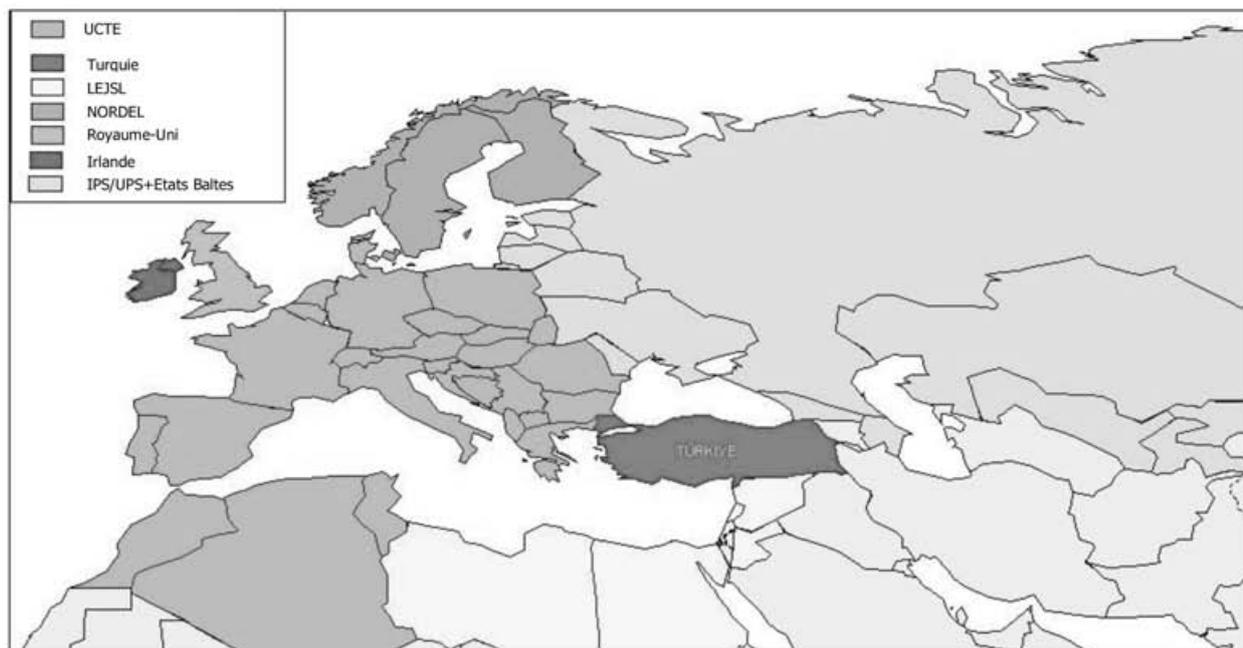


Figure 1.

part des ENR dans leur consommation énergétique à cette même échéance de 2020)

- et, enfin, surtout de par la volonté politique de réaliser très rapidement de premiers investissements pour tester la faisabilité financière et le mécanisme d'importation d'électricité renouvelable par les pays du Nord prévu par l'article 9 de la directive Energie-Climat. Cet article se propose de présenter l'état de la situation actuelle et ses perspectives d'évolution à court, moyen et long terme.

## LA SITUATION ACTUELLE

(voir la figure 1)

Il y a, à ce jour, quatre grands systèmes électriques autour de la Méditerranée, entre lesquels il n'existe pas de continuité électrique. Ce sont :

- l'Union pour la Coordination du Transport de l'Electricité (UCTE), à laquelle se sont joints le Maroc, l'Algérie et la Tunisie depuis 1997, date de la mise en service du premier câble sous-marin entre le Maroc et l'Algérie. Un deuxième câble a été posé depuis lors et le renforcement de l'interconnexion entre les pays du Maghreb a été parachévé en 2008 ;
- la Turquie, qui, en 2000, a formulé une demande officielle de raccordement à l'UCTE. Une intense activité d'alignement du système turc sur les standards de l'UCTE a été entreprise depuis, qui devrait se terminer

fin 2009, échéance à partir de laquelle une batterie de tests de raccordement synchrone sera réalisée, le test « en grandeur réelle » étant prévu à la mi-2010. A l'issue de ces tests, une décision sera prise quant au caractère synchrone ou asynchrone du raccordement ;

- la Libye, l'Égypte, la Jordanie, la Palestine, le Liban, la Syrie (système désigné communément par l'acronyme LEJSL) ;
- enfin, Israël, qui constitue toujours un système électrique indépendant. Pour un électricien, ce n'est pas une situation naturelle : lorsque les obstacles politiques seront levés, ce pays pourra facilement être raccordé de manière synchrone à ses voisins.

## LES ÉVOLUTIONS PRÉVISIBLES SUR LE COURT

TERME (voir la figure 2)

L'intégration des interconnexions et leur renforcement peuvent s'effectuer de manière progressive, parallèlement à la montée en puissance du PSM.

Dans un premier temps, il s'agit de réaliser une continuité électrique permanente entre les différents systèmes indépendants, qui existent aujourd'hui autour de la Méditerranée :

- entre la Tunisie et la Libye :

Une première tentative de connexion permanente a été faite le 21 novembre 2005. Elle visait à mettre en synchronisme tous les pays européens et les pays du Sud,

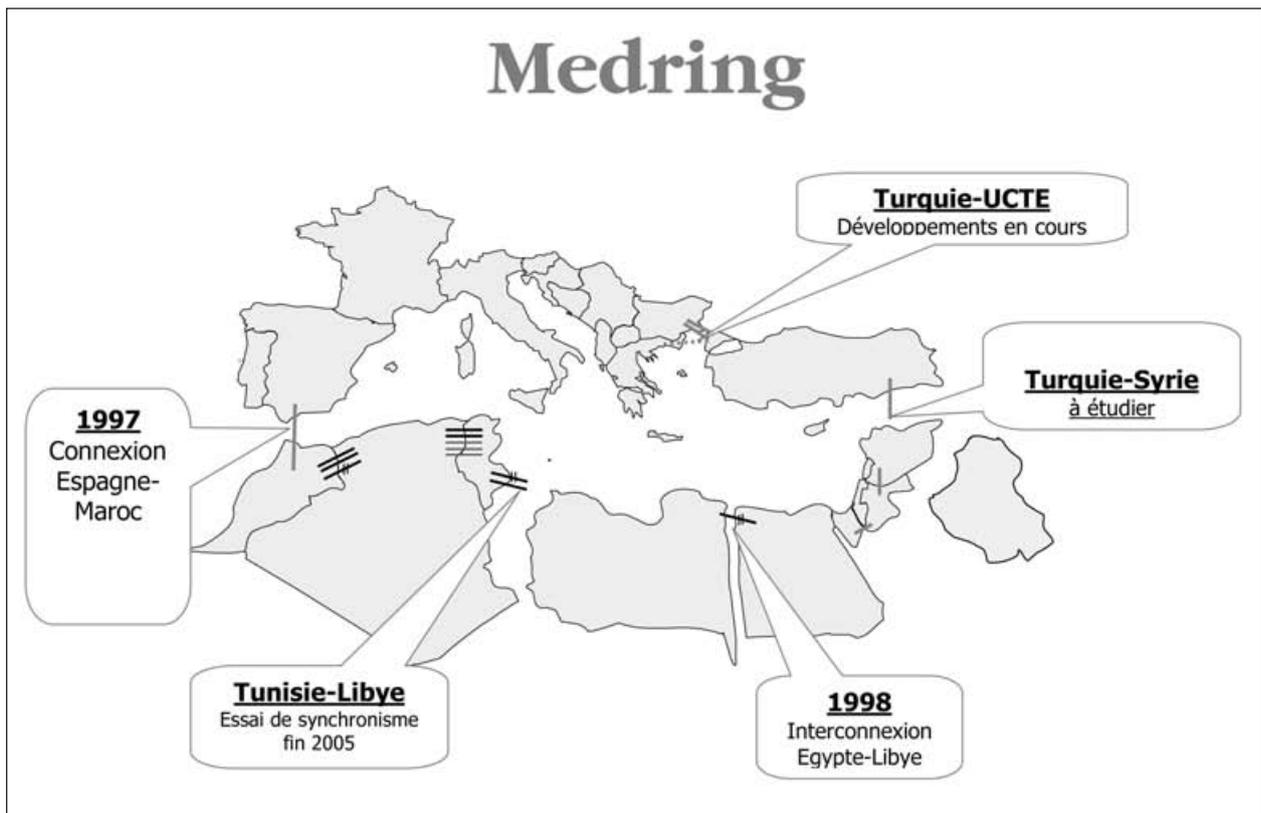


Figure 2.

du Maroc à la Syrie ! Cette tentative a dû être abandonnée en urgence, car on se dirigeait vers un incident grave dans les pays du Maghreb. Les analyses *a posteriori* ont mis en évidence des infrastructures de transport insuffisantes et des systèmes de contrôle/commandes insuffisamment performants et cohérents dans les différents pays du Sud. La mise en place des remèdes est en cours et lorsque ce travail sera achevé, un nouveau test sera entrepris, qui se déroulera, cette fois, en deux étapes : dans un premier temps, la connexion à l'UCTE de la seule Libye, puis, un ou deux jours après, celle de tous les autres pays.

Pourquoi opérer en deux étapes ?

Le système de transport électrique libyen est un système peu puissant et de très grande longueur (2 500 km) : on peut donc légitimement avoir des doutes sur sa capacité à maintenir le synchronisme entre l'Europe, d'un côté, et l'Égypte, de l'autre. La première partie du test devrait bien se passer, et si la deuxième devait à nouveau mal se terminer, on aurait la preuve expérimentale que le synchronisme n'est pas possible ; il faudrait alors s'orienter vers une liaison asynchrone, en courant continu, entre la Libye et l'Égypte.

De l'avis des auteurs de cet article, on pourrait même prendre cette décision immédiatement, c'est-à-dire avant que le test n'ait été effectué, tant le synchronisme a peu de chances de fonctionner. La solution asynchrone coûterait de l'ordre de 40 M€, pour une liaison de 300 MW, et elle pourrait être mise en service deux ans après la prise de décision de sa réalisation.

- entre la Turquie et l'UCTE :

La Turquie dispose déjà de plusieurs interconnexions avec ses voisins (voir la figure 3), mais aucune de ces liaisons n'assure de continuité électrique, parce qu'elles sont utilisées en « poche » : aujourd'hui, lorsque la Turquie souhaite alimenter un pays voisin, elle déconnecte de son propre réseau de transport une de ses centrales hydroélectriques pour en rediriger le débit directement dans le réseau de transport du pays voisin à alimenter.

La Turquie devrait démarrer ses tests de synchronisme avec l'UCTE courant 2010. Pour la durée de ces tests, la capacité d'échanges entre la Turquie et l'UCTE a été fixée à 500 MW dans les deux sens. Une fois la connexion décidée, sa capacité sera de 1 500 MW, dans les deux sens.

La nature synchrone ou asynchrone de la solution qui sera retenue pour la connexion entre la Turquie et l'UCTE, conditionne celle des connexions à réaliser entre la Turquie et ses autres pays voisins : la Syrie (et, donc, le bloc LEJSL), bien sûr, mais aussi l'Irak, l'Iran, l'Arménie et la Géorgie.

En effet, il faudra bien, un jour, limiter (pour des raisons physiques et pour des raisons de stabilité et de sécurité des réseaux de transport) l'extension synchrone de l'UCTE en introduisant des liaisons asynchrones, la question étant de savoir où situer cette limite.

Il s'agit là d'une question fondamentale. De l'avis des auteurs de cet article, si la Turquie rejoint le synchronisme de l'UCTE, alors elle doit se connecter de

## Les interconnexions autour de la Turquie

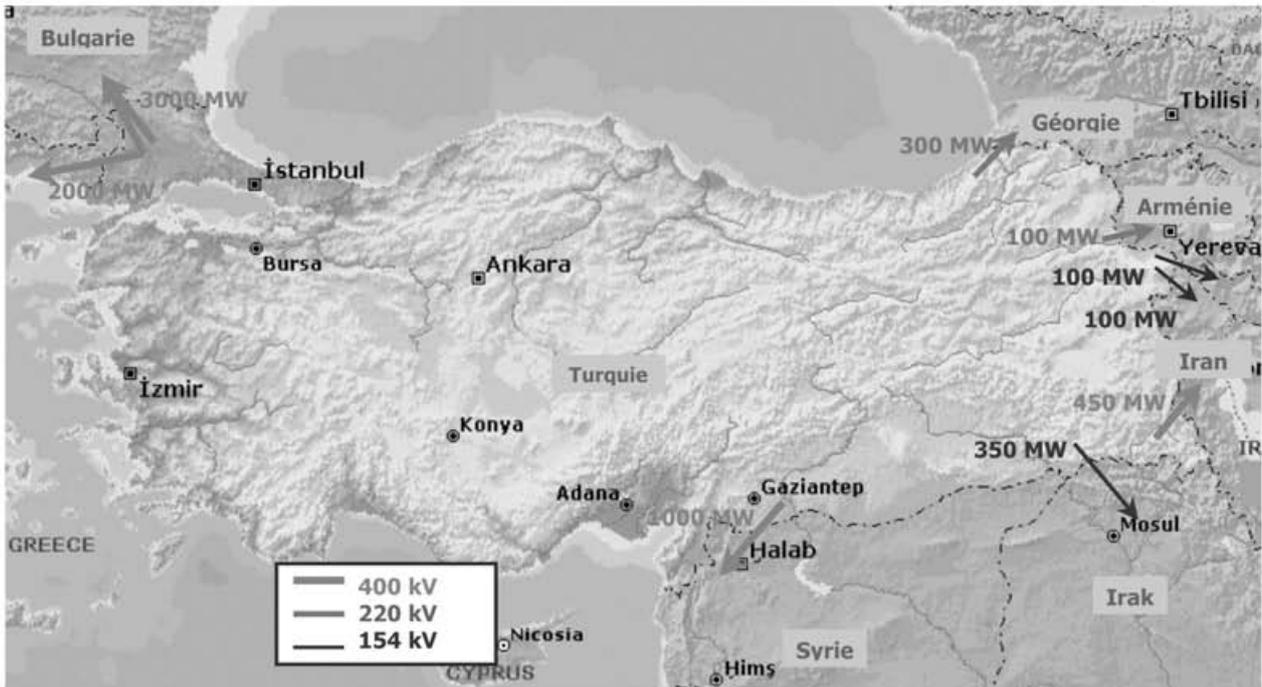


Figure 3.

manière asynchrone avec tous les autres pays (sauf, le cas échéant, avec la Syrie).

Si, au contraire, une connexion asynchrone entre la Turquie et l'UCTE est décidée, la Turquie pourra se connecter de manière synchrone avec les autres pays.

Rappelons, à cet égard, les conclusions des études portant sur l'interconnexion entre la Russie et l'Europe, qui préconisent les stations *back to back* pour assurer la connexion, c'est-à-dire une solution asynchrone faisant appel au courant continu.

En tout état de cause, la décision concernant la liaison entre la Turquie et l'UCTE pourrait être prise avant la fin de cette année. Si la solution synchrone est retenue, elle pourra être mise en œuvre sans délai ; en revanche, si c'est la solution asynchrone qui s'impose, sa mise en œuvre nécessitera un délai de deux ans.

- entre la Syrie et la Turquie :

Comme on vient de le voir, la connexion permanente entre la Syrie (et donc le bloc LEJSL) et la Turquie ne pourra être examinée qu'après le règlement de la question de la connexion de la Turquie à l'UCTE.

---

LES ÉVOLUTIONS À MOYEN ET LONG TERME (voir la figure 4)

Même la réalisation du bouclage complet de la continuité électrique de tous les pays du pourtour méditerranéen au moyen des solutions exposées plus haut, ne permettrait pas d'exporter plus de 6,6 GW d'électricité renouvelable vers le Nord, dont seulement 1,5 à 2 GW seraient, à terme, disponibles pour le seul PSM. Si cela peut s'avérer suffisant, dans un premier temps, pour permettre une remontée vers l'Europe des premières centaines de MW d'électricité renouvelable, l'objectif du PSM, soit plusieurs milliers de MW, est impossible à atteindre, en l'état actuel des réseaux. Il est donc nécessaire d'envisager le renforcement de la capacité de la boucle en direction des pays du Nord.

Ce renforcement de la capacité de la boucle passe par la réalisation de nouvelles infrastructures.

Rappelons, tout d'abord, ce qui a déjà été décidé :

- entre l'Espagne et le Maroc, deux câbles de 700 MW chacun, en courant alternatif, sont aujourd'hui en service. Le ministre marocain en charge de l'Énergie a demandé à son collègue espagnol d'augmenter les capacités de transport. Dans cette perspective, un groupe de travail bilatéral entre les deux autorités a été mis en place, avec la collaboration de l'Office National de l'Électricité marocain (ONE) et de la *Red Eléctrica de España* (REE), lequel doit proposer la solution la mieux adaptée ;

- entre la Turquie et l'UCTE, la capacité de transfert sera de 1 500 MW dans les deux ans (que la connexion soit synchrone ou qu'elle soit asynchrone, comme précisé plus haut).

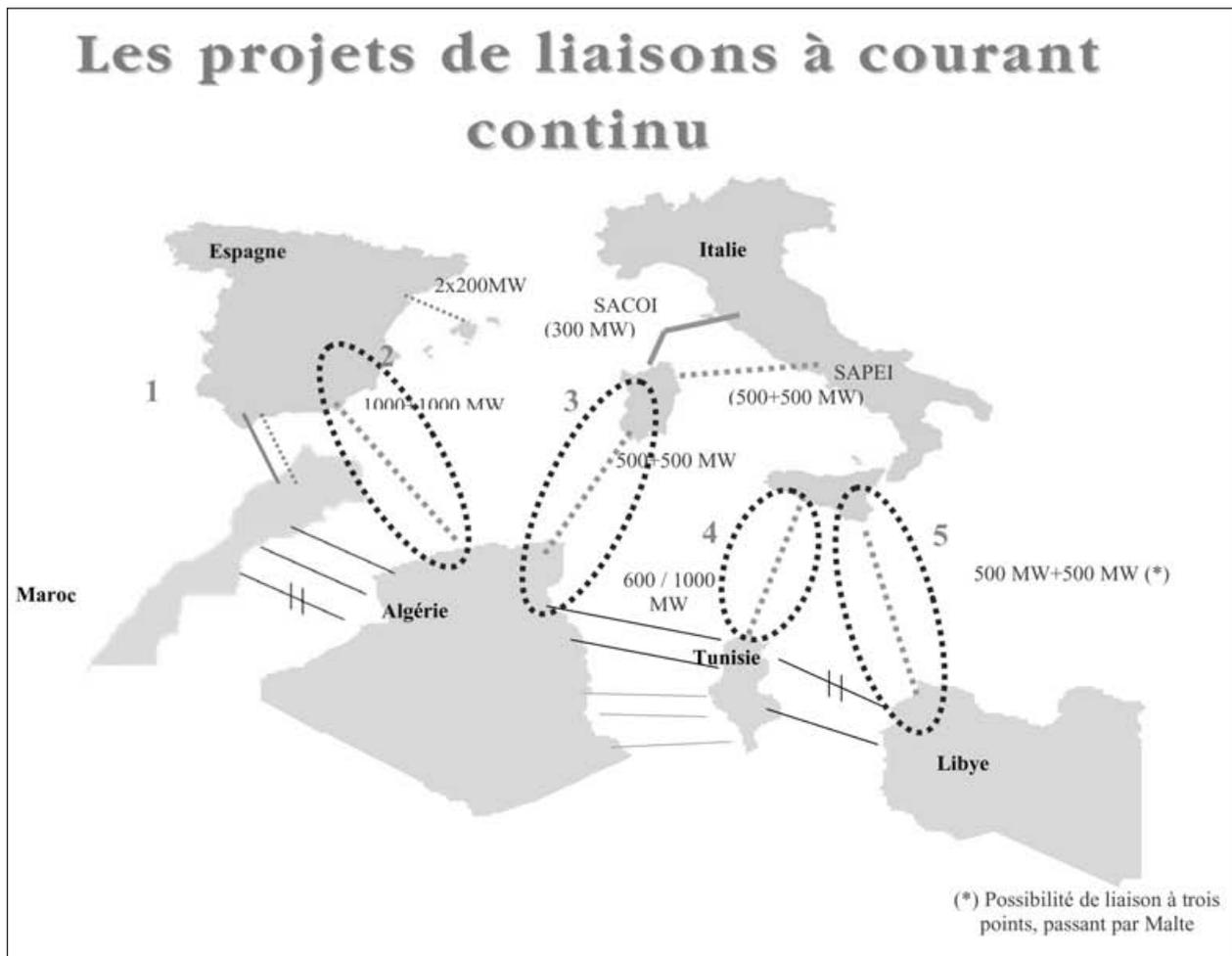


Figure 4.

POUR ALLER PLUS LOIN, deux stratégies principales sont envisageables pour 2020

Scénario A : Créer de nouvelles interconnexions par câbles sous-marins au travers de la Méditerranée

C'est, implicitement, la stratégie que MEDELEC a développée jusqu'ici.

Plusieurs projets ont ainsi été mis à l'étude :

- entre l'Algérie et l'Espagne : deux câbles de 1 000 MW. Un investissement de cette nature serait très utile pour éviter de congestionner les réseaux à 400kV tant de l'ONE que de la REE. Le coût de ce projet serait de l'ordre de 800 M€. Ce projet pose des problèmes de financement et de statut juridique (ligne régulée, ou ligne privée ?) qui ne sont pas encore tranchés. La Sonelgaz (Société algérienne de l'électricité et du gaz) a d'ailleurs négocié un droit de transit auprès de l'ONE pour pouvoir accéder aux câbles du détroit de Gibraltar ;
- entre l'Algérie et l'Italie : deux câbles de 500 MW. Ces câbles arriveraient en Sardaigne et se connecteraient aux liaisons Italie-Corse et Italie-Sardaigne (de deux

fois 500 MW, 500 MW ont déjà été mis en service depuis 2008), ce qui conduirait à renforcer le réseau de transport de la Sardaigne. En outre, on notera que, techniquement, les profondeurs rencontrées (2 000 m) correspondent aux limites des possibilités actuelles de la technologie de pose des câbles. Le coût de ce projet serait de l'ordre de 700 M€ ;

- entre la Tunisie et l'Italie : un câble de 1 000 MW. En attendant que la station terminale de Partanna, à l'Ouest de Palerme, soit reliée au réseau 400 kV de la Sicile, ce câble serait utilisé à hauteur de 600 MW. Ce projet, bien avancé, est associé à la construction d'une centrale thermique classique de 1 200 MW en Tunisie. Ce câble, dont 800 MW de capacité seraient exemptés d'ATR (Accès des Tiers au Réseau), serait privé (il appartiendrait à la société d'exploitation de la centrale thermique). Le coût de ce projet serait, lui aussi, de l'ordre de 700 M€ ;

- entre la Libye et l'Italie : deux câbles de 500 MW. Ces câbles pourraient passer par Malte (l'intégration de Malte aux grands réseaux électrique du Nord et du Sud : quel bonheur !) Le chemin le plus court serait d'aboutir en Sicile, mais il y a un risque de congestion (surtout si la liaison avec la Tunisie est, elle aussi, réalisée) ; une solution alternative consisterait à rejoindre

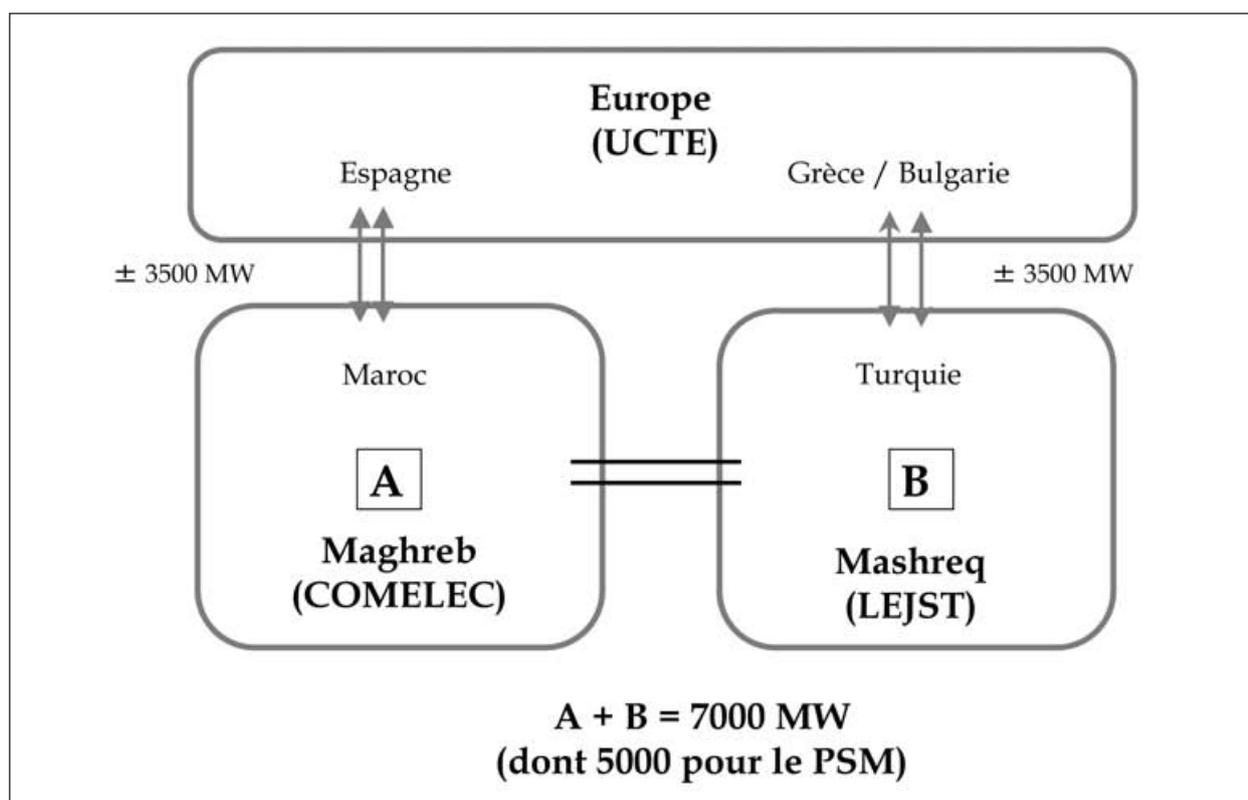


Figure 5.

directement le pied de la botte italienne. Le coût d'un tel projet serait d'environ 900 M€.

Les études préliminaires afférentes à ces différents projets, réalisées par les équipes du Cabinet CESI, ont démontré la faisabilité de chacun d'eux. Pour l'instant, rien ne semble avoir été étudié plus à l'Est de la Méditerranée. La Grèce envisage une liaison avec la Crète ; il pourrait être intéressant de coordonner ce développement avec des liens éventuels entre la Crète et l'Égypte (ou la Libye).

La réalisation du *MedRing* et de nouvelles liaisons sous-marines entre le Sud et le Nord de la Méditerranée peuvent offrir la capacité nécessaire pour un approvisionnement de l'Europe à hauteur de 5 GW d'énergie solaire. Encore faudra-t-il que ces liaisons ne soient pas utilisées à d'autres fins (comme cela est envisagé, pour le câble reliant la Tunisie à la Sardaigne). Pour garantir que 5 GW seront effectivement disponibles pour le seul PSM, c'est d'une capacité minimale de 7 GW qu'il faudra disposer, à l'horizon 2020.

Pour atteindre un tel objectif, il faudra notamment répondre aux questions suivantes :

- quelles liaisons réaliser ?
- quelle capacité pour chacune d'elles ?
- quel en sera l'ordre de priorité ?
- quel sera l'impact de ces interconnexions sur les réseaux de transport électrique existants ?

Scénario B : Renforcer les interconnexions Maroc-

Espagne et Turquie-UCTE

Les interconnexions de la stratégie évoquée plus haut (scénario A : Créer de nouvelles interconnexions par câbles sous-marins) ont un inconvénient majeur : elles coûtent cher ! Même si elles présentent une forte diversification, ce qui est un avantage déterminant pour la sécurité du fonctionnement des systèmes électriques.

Une autre solution pourrait consister à renforcer les liaisons actuelles et celles qui devraient voir le jour à court terme (voir les figures 5 et 6) :

- en augmentant (de l'ordre de 2 GW) la capacité de la liaison entre la Turquie et l'UCTE, ce qui peut être obtenu par la réalisation de nouvelles lignes à 400 kV avec la Grèce et/ou la Bulgarie (avec, comme variante éventuelle, un câble à courant continu de 1 GW entre la Turquie et la Roumanie) ;
- en tirant deux ou trois nouveaux câbles à courant alternatif de 700 MW entre le Maroc et l'Espagne. Une autre option pourrait être prise en compte, qui consisterait à convertir du courant alternatif au courant continu les liens existants entre le Maroc et l'Espagne (l'utilisation des câbles existants autoriserait alors 3 000 MW de capacité de transfert).

Ce second scénario suppose une forte coopération afin d'assurer un accès satisfaisant de tous les partenaires au réseau, tous les acteurs potentiels devant avoir la possibilité d'exporter vers l'Europe une partie de leur production d'énergie renouvelable (issue du PSM).

Il nécessite également le renforcement des réseaux de transport nationaux et internationaux des pays du Sud

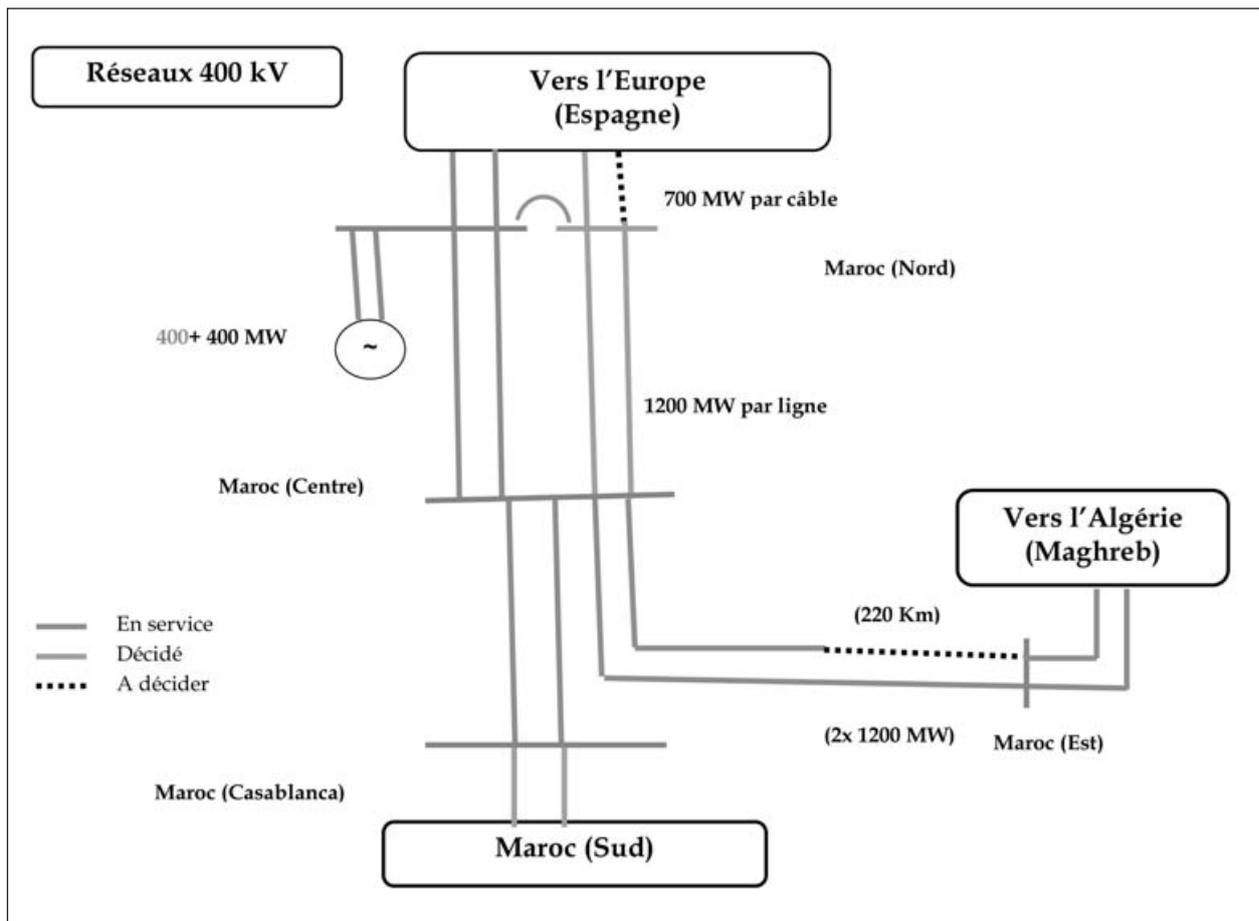


Figure 6.

et de l'Est de la Méditerranée. Notons, à ce sujet, que le premier scénario (Créer de nouvelles interconnexions par câbles sous-marins) nécessite aussi de tels renforcements de réseaux.

Dans le cadre du *MedRing*, le scénario B, comme le scénario A, peut garantir une capacité des liaisons suffisante à assurer le transfert des 5 GW prévus par le PSM à l'horizon 2020. Le coût du scénario B devrait se révéler sensiblement inférieur à celui du scénario A.

Bien entendu, toutes les combinaisons entre ces deux scénarios peuvent aussi être envisagées.

## L'ACCÈS AU RÉSEAU

L'accès aux interconnexions est une question cruciale pour les producteurs d'énergies renouvelables exportant vers le Nord. Des accès à long terme au réseau devront être garantis pour la durée de vie moyenne de production (exemption d'ATR), ou des liaisons privées devront être développées.

La différence de taille entre les projets de production d'énergies renouvelables (quelques centaines de MW,

au maximum) et les interconnexions (de l'ordre du GW), posera elle aussi des problèmes spécifiques, en particulier pour la réalisation des nouvelles liaisons prévues. Un partage de ces liens sera nécessaire, afin de mutualiser l'accès des producteurs aux nouvelles liaisons.

Une réflexion doit donc être rapidement engagée pour inventer les montages juridiques permettant d'apporter des solutions adaptées. D'ores et déjà, l'on peut penser qu'un marché devra être mis en place pour l'attribution des capacités des liaisons nouvelles, voire pour l'ensemble des liaisons.

Les financements des nouvelles liaisons restent également à inventer. L'initiative de leur montage pourrait revenir aux gestionnaires des réseaux des pays concernés par les interconnexions, à un consortium de producteurs d'ENR ou encore à des fonds privés se rémunérant en fonction des MW transportés. Comme le font aujourd'hui certaines banques de développement et comme envisage de le faire la Banque mondiale, dans le cadre du CTF (*Clean Technology Fund*), le soutien d'institutions multilatérales et bilatérales à ces projets sera évidemment nécessaire.

---

## EN GUISE DE CONCLUSION

L'Union pour la Méditerranée et le Plan Solaire Méditerranéen, qui en est une des initiatives clés, vont donner une nouvelle impulsion au développement des interconnexions électriques sur le pourtour méditerranéen.

La première priorité est, à l'évidence, celle de réaliser la boucle extérieure, le *MedRing*.

Pour la suite, différentes options sont actuellement à l'étude et la communauté internationale concernée s'organise afin d'être en mesure de partager une vision stratégique claire.

Dans leur inconscient, tous les acteurs concernés savent bien que l'interconnexion des réseaux électriques, qui participe du renforcement des liens entre les peuples et entre les cultures, contribue activement à l'établissement de la paix.