

TRENDS - REGELBARER SOLARSTROM

TENDANCES - ENERGIE SOLAIRE RÉGLABLE

Regelbarer Solarstrom verbindet Menschen

Innovationen für eine multinationale Zusammenarbeit mit regelbaren erneuerbaren Energien

Von Denis Hess

Vier Jahre nach der Reaktorkatastrophe in Fukushima ist der Ausbau von erneuerbaren Energien in Deutschland in vollem Gange. Windanlagen und Photovoltaik sind dabei bislang die Favoriten. Das Ziel der Bundesregierung bis zum Jahr 2050 sind ca. 80% erneuerbare Energien am Bruttostromverbrauch. Der Transport und die Speicherung von erneuerbarer Energie stellen die Bundesrepublik vor große Herausforderungen. Derzeit werden innerdeutsche Stromtrassen geplant, die Windenergie vom Norden in den verbrauchstarken Süden transportieren sollen. Doch im Zuge der Umsetzung stellt sich nachdrücklich die Frage, in welchem Umfang ein Ausbau von Stromtrassen angesichts vieler Proteste gerechtfertigt ist? Brauchen Deutschland und andere europäische Staaten mehrere bis zu 3.000 km lange Stromleitungen in die marokkanische Sahara, wenn innerhalb Europas beim Leitungsausbau schon große Schwierigkeiten auftreten?

Welche Vorteile haben Marokko und Europa von regelbarem Solarstrom aus der Sahara?

Die Antwort leitet sich aus der **Qualität des transportierten Stroms** ab. Photovoltaik ist in der Sahara offensichtlich effizienter als in Europa, doch sie ist nur tagsüber verfügbar und mit verhältnismäßig wenigen Jahresstunden (2.000h) nur sehr aufwändig transportierbar. Regelbarer Strom aus solarthermischen Kraftwerken, die direkt die Wärme über mehrere Stunden speichern können, ist hingegen **Tag und Nacht** nahezu konstant über die Jahreszeiten zu jederzeit abrufbar (6.000-8.000h). Dieser Strom kann den Strom-Mix in Deutschland ideal ergänzen und der Energiewende eine nachhaltige Entlastung bei den baulichen Maßnahmen bieten. Dies wird absehbar zu einer höheren Akzeptanz in der Bevölkerung führen, da ganzheitlich betrachtet durch die Vermeidung von Überkapazitäten weniger Bauaufwand entsteht.

Die Nutzung dieser regelbaren Energiequelle in einem Konzept der Zusammenarbeit mit Marokko und weiteren, wirtschaftlich starken europäischen Regionen ist für Europa günstiger, als ein vorhersehbar sehr aufwändiger, struktureller Ausbau mit Speichern, Netzen und Kraftwerken, der nach ersten Berechnungen des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) teurer und materialintensiver wird. Kennzeichnend für solch einen erneuerbaren Energiemix am Beispiel Deutschlands (**Abbildung 1a**) und auch für andere europäische Länder, sind hohe Leistungsüberschüsse, kurzfristige und intensive Einsätze von Gaskraftwerken, hohe Verluste bei der Speicherung der Überschüsse in Speichern und eine geringe Auslastung des Kraftwerksparks.

Ein erneuerbarer Energiemix mit einer jährlichen Strommenge aus **50% fluktuierenden** (Photovoltaik, Wind) und **50% regelbaren Energiequellen** (Biomasse, Geothermie, solarthermische Kraftwerke und regenerativen Kohlenwasserstoffen) gilt als effiziente Kombination auf dem Weg zu einer 100% Versorgung mit erneuerbaren Energien (**Abbildung 1b**).

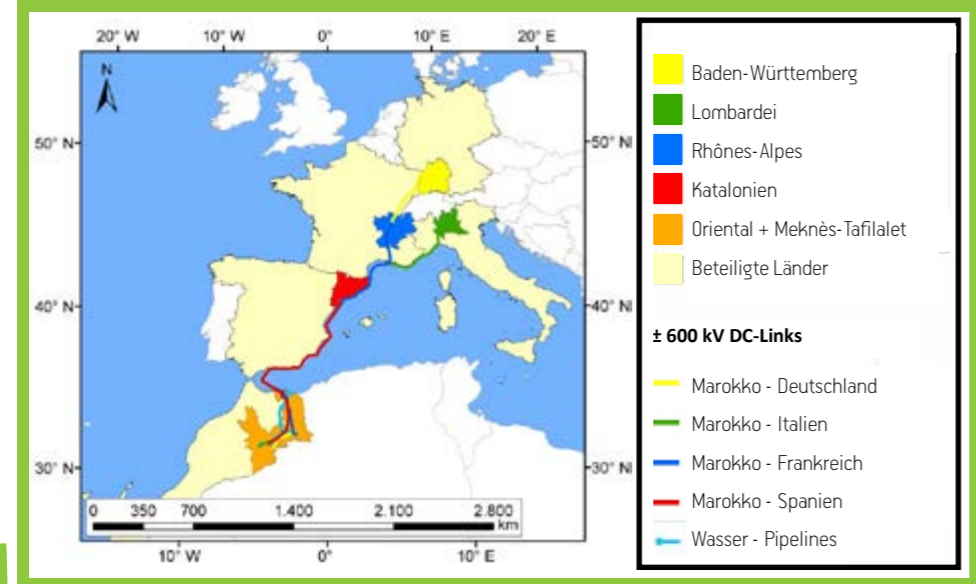


In der Zusammenarbeit von Nordafrika und Europa entstehen **Win-Win-Effekte** für beide Seiten: In Nordafrika können neue Lebensräume und Arbeitsplätze für zehntausende Menschen entstehen. Wasserpipelines, die entsalztes Meerwasser für den Betrieb der Kraftwerke und zur Versorgung der Menschen transportieren, begründen ein realistisches Szenario, in dem zusätzlich die Wüstenbildung (Desertifikation) gehemmt und mit landwirtschaftlicher Nutzung sogar aufgehalten wird. Europa erzielt zum einen den effizienteren Energiemix und erreicht zusätzlich eine höhere Energieunabhängigkeit durch ein breiteres Angebot von mehreren Energiequellen.

Die **multinationale Zusammenarbeit** auf den Gebieten Wissenschaft, Klimawandel, Bürgerbeteiligung sowie der industrielle Austausch, stellen jedoch den größten gemeinsamen Mehrwert eines solchen potentiellen Projektes dar.

Das Potential einer **lokalen Wertschöpfung** für die beteiligten Export- und Importstaaten ist hoch. Ein industrielles Vorbild für eine Kooperation von Marokko, Spanien, Frankreich, Italien und Deutschland könnte der Flugzeughersteller Airbus sein, welcher mehrere Werke zur Fertigung von Flugzeugbauteilen an verschiedenen europäischen Standorten betreibt. Eine industrielle Zusammenarbeit der beteiligten Länder für den Solarstromtransfer ist durch die langjährige Erfahrung mit regelbaren solarthermischen Kraftwerken und Übertragungsleitungen ein gewinnbringendes Ziel.

Abbildung 2: MEFID Solar Link mit den "Vier Motoren für Europa"



Wie könnte demnach ein erstes Projekt "regelbarer Solarstromtransfer" konkretisiert werden?

In Modellstudien des DLR wurden erste wissenschaftliche Ergebnisse zu den Kosten, Technologien und Umsetzungsstrategien entwickelt. Die Gesamtkosten einer sogenannten CSP-HVDC Anlage (Kraftwerk, Concentrating Solar Power – CSP und Leitung, High Voltage Direct Current – HVDC) belaufen sich auf ca. **16 Mrd. € für 1,5 GW_{netto}**. Dies entspricht ca. 10.000 €/kW und liegt somit im Bereich der derzeitigen Kosten zum Neubau, Abbau und Entsorgung eines Atomkraftwerks (Quellen: Greenpeace, 2012, Rückstellungen für Stilllegung / Rückbau und Entsorgung im Atombereich; Advanced CANDU Reactor). Die Stromgestehungskosten belaufen sich auf ca. **12 €Cent/kWh** bei entsprechend kurzer Kreditrückzahlung und niedrigen Zinsen. Staatlich garantierte **Stromabnahmeverträge** bilden hierzu die Grundlage im Interesse des Stromkunden und Anlagenbetreibers und schaffen Vertrauen und gegenseitige Sicherheit.

Die technische Ausführung der CSP-HVDC Anlage wird nur gelingen, wenn eine direkte Stromleitung Punkt-zu-Punkt von einem isolierten Kraftwerkspark in Nordafrika hin zu einem europäischen Bedarfszentrum in die jeweilige Regelzone gebaut wird. Diese Struktur garantiert die Regelbarkeit des solarthermischen Kraftwerksparks unter heutigen Rahmenbedingungen und ermöglicht den Betrieb ähnlich dem eines heimischen Kohlekraftwerks.



Fragestellungen, wie z.B. die Nutzung eines gemeinsamen Korridors, könnten künftig in potentiellen Projekten "Flexible Solar Links" und

"MEFID Solar Link" von internationalen Expertenteams der beteiligten Staaten detailliert untersucht werden.

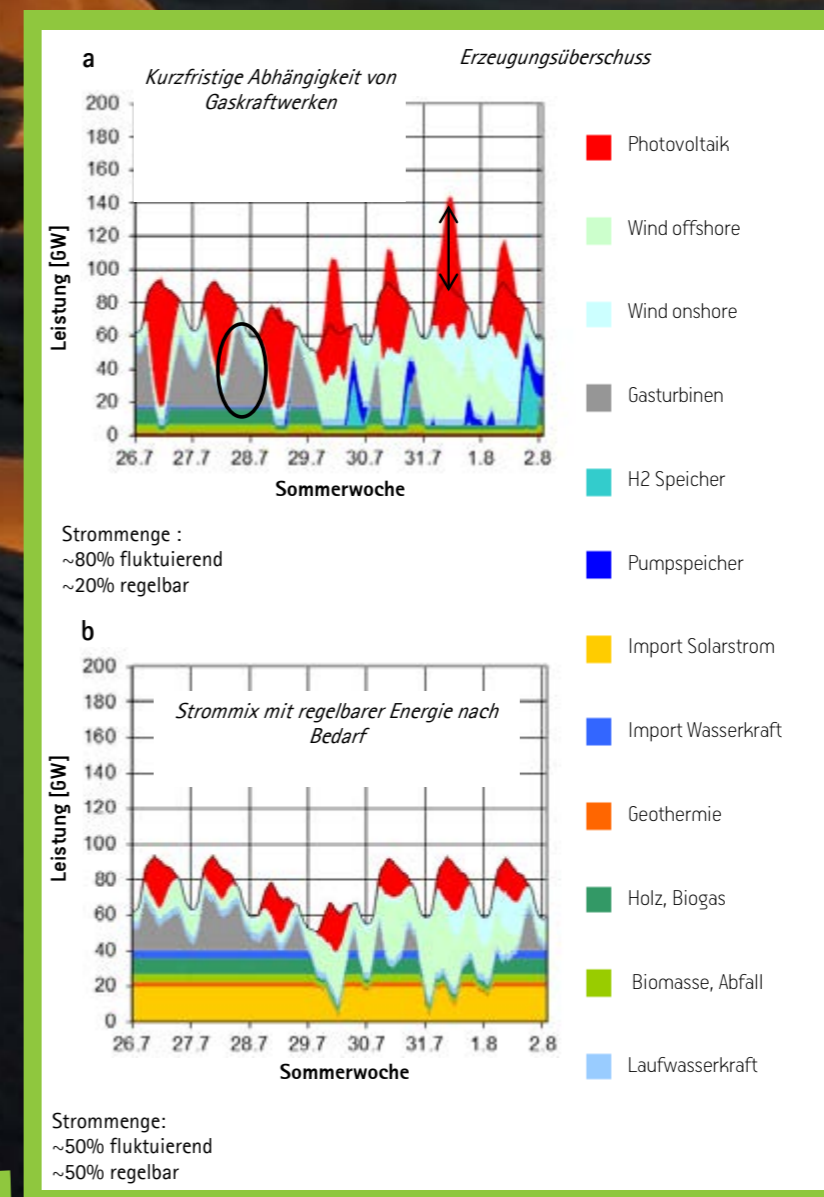
Im MEFID Solar Link (MEFID bildet sich aus den Anfangsbuchstaben der betroffenen Länder) könnten die Stromtransportwege für jede Region der "Vier Motoren für Europa" jeweils mit einer CSP-HVDC Anlage in einer Pilotstudie analysiert werden (Abbildung 2). Dies ermöglicht eine europäische Strategie auf regionaler Basis. Die Vier Motoren haben durch ihre industrielle Wertschöpfung (Maschinenbau, Automobilbau, Medizintechnik und Modeindustrie) Bedarfszentren in Europa, welche große fossile und nukleare Kraftwerke in den nächsten Jahren aufgrund ihrer Altersstruktur ersetzen und auf erneuerbare Energien umstellen müssen.

Hierbei ist eine rechtzeitige Entscheidung für Importe regelbarer Solarenergie aus solarthermischen Kraftwerken notwendig, da ein Zeitfenster besteht. Entscheiden sich die Abnehmerländer nicht rechtzeitig für diesen ausgewogenen Ausbaupfad, wird die Auslastung der CSP-HVDC Anlage, aufgrund zunehmender heimischer fluktuierender erneuerbarer Energien, sinken und somit der Bau und Betrieb energiewirtschaftlich unrentabel.

Die Planungs-, Genehmigungs-, und Bauphase beträgt ca. 10-15 Jahre. Fällt die dringend **notwendige politische Entscheidung** im Jahr 2015 so könnte ca. 2025-2030 der erste Solarstrom nach Deutschland fließen.

Es liegt nun an der Politik und den Ministerien der betroffenen Staaten (MEMEE – Marokko, MINETUR – Spanien, MEDDE – Frankreich, MISE – Italien und dem BMWi – Deutschland) diese **WIN-WIN** Möglichkeiten zwischen Nordafrika und Europa zu erkennen und **wirtschaftliche Rahmenbedingungen mit Anreizen für eine Umsetzung** zu schaffen. Schließlich verbinden nachhaltige Wege die Menschen.

Abbildung 1: Zwei Wege der Energiewende in Deutschland ohne (1) und mit (2) Nordafrika



a = stark nationale Strategie; b = internationale Zusammenarbeit für einen Strom-Mix in Deutschland mit ~95% erneuerbaren Energien und einem Bedarf von 700 TWh/a



Dipl.-Ing. Denis Hess arbeitet am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Stuttgart zu Forschungsfragen für einen effizienten Energiemix im internationalen Umfeld. Seine Studie "Fernübertragung regelbarer Solarenergie von Nordafrika nach Mitteleuropa" (2013) wurde mit dem Preis der Gesellschaft für Umwelt und Energie des Verbandes Deutscher Ingenieure (VDI) für umweltrelevante und innovative Arbeiten ausgezeichnet. Kontakt: denis.hess@dlr.de

© DLR

Energie solaire réglable favorise des partenariats

Innovations pour une collaboration multinationale avec des énergies dispatchables et renouvelables

Par Denis Hess

Quatre ans après la catastrophe nucléaire à Fukushima, le développement des énergies renouvelables prend un grand départ. Jusqu'à présent, les techniques éoliennes et photovoltaïques sont les favorites.

D'ici 2050, le gouvernement vise à atteindre l'objectif de couvrir 80 % de la consommation électrique brute par des énergies renouvelables. Des défis importants auxquels la République Fédérale se voit confrontée sont d'une part la transmission et d'autre part le stockage de l'énergie renouvelable.

Actuellement, des lignes de courant sont en cours de planification pour transporter l'énergie éolienne du Nord au Sud de l'Allemagne où la consommation est relativement élevée.

Pourtant, au cours de la réalisation, il faut se demander dans quelle mesure un développement des lignes de courant est justifié au regard des nombreuses manifestations rencontrées contre ce projet.

L'Allemagne et d'autres pays européens ont-ils nécessairement besoin de développer 3.000km de lignes de courant jusqu'au Sahara alors que l'on rencontre déjà de grandes difficultés d'élargissement des lignes ?

Quels avantages le Maroc et l'Europe peuvent-ils tirer de l'électricité solaire réglable du Sahara ?

La réponse se trouve dans la **qualité de l'électricité transportée**. Evidemment, le photovoltaïque au Sahara est plus efficace qu'en Europe, mais par contre, il rencontre plusieurs inconvénients : d'une part, cette énergie n'est exploitable que pendant la journée et difficile à transporter, d'autre part, le nombre d'heures de fonctionnement (2.000h) est relativement bas. Par contraste, l'énergie réglable issue de centrales solaire-thermiques est accessible à tout moment le jour et la nuit quelle que soit la saison (6.000-8.000h). Ces centrales sont capables de stocker la chaleur pendant plusieurs heures. L'énergie solaire-thermique peut compléter idéalement le mix électrique en Allemagne car cette technologie permet de restreindre le nombre d'ouvrages. Par conséquent, le projet sera accepté plus facilement par les habitants en évitant des surcapacités.

Une collaboration entre le Maroc et plusieurs régions européennes fortes au niveau économique dans le cadre de l'exploitation de cette source d'énergie réglable permet des économies financières plus importantes pour l'Europe qu'un aménagement structurel dispendieux, selon les premières analyses du Centre allemand pour l'aéronautique et l'aérospatiale (DLR), pour lequel un tel aménagement au niveau stockage, réseaux et centrales électriques serait plus cher et consommerait plus de matériel. Un tel mix énergétique, comme nous pouvons le constater en Allemagne (**figure 1a**) et dans d'autres pays européens implique un surplus important de production, une mise en production intense et à court terme des centrales à gaz, des pertes importantes lors du stockage de l'énergie ainsi qu'un faible taux d'utilisation des centrales produisant de l'énergie renouvelable.

L'approche suivante **est considérée comme une combinaison efficace** pour un approvisionnement en électricité renouvelable à 100 % (**figure 1b**) : Il s'agit d'un nouveau mix énergétique consistant en sources **énergétiques fluctuantes à 50 %** (photovoltaïque, énergie éolienne) ainsi qu'à **50 % en sources réglables** (biomasse, géothermie, centrales solaire-thermiques ainsi que l'électricité stockable de hydrocarbures renouvelables).

La collaboration entre l'Afrique du nord et de l'Europe mène à **des effets gagnant-gagnant** pour les deux côtés : En Afrique du nord, de nouveaux. Grâce à l'installation de conduites pour acheminer de l'eau de mer dessalée pour l'exploitation des centrales ainsi que pour l'approvisionnement de la population, un scénario réaliste peut être favorisé, celui d'enrayer la dégradation des terres (désertification) voire d'arrêter complètement ce processus par la mise en place d'exploitations agricoles. Quant à l'Europe, elle pourra d'une part atteindre un mix énergétique plus efficace et d'autre part, augmenter son indépendance énergétique grâce à une offre plus diversifiée de sources d'électricité.

Cependant, l'atout le plus important d'un tel projet est **la collaboration multinationale** dans les domaines des sciences, du changement climatique, de la participation des citoyens et de l'échange industriel.

Pour les Etats importateurs et exportateurs impliqués, **une création de valeurs au niveau local** représente un grand potentiel. Quant à leur collaboration, le Maroc, l'Espagne, la France, l'Italie et l'Allemagne pourraient prendre modèle sur le constructeur aéronautique Airbus qui gère plusieurs succursales en Europe fabriquant des éléments d'avions. Une collaboration industrielle bénéficiant d'une longue expérience des pays impliqués dans le secteur des centrales solaires-thermiques réglables et des lignes électriques représente un atout avantageux.

Comment pourrait se concrétiser le premier projet de transport d'électricité solaire ?

Des études modèles du DLR (Centre allemand pour l'aéronautique et l'aérospatiale) fournissent les premiers résultats scientifiques sur les coûts, les technologies utilisées et les stratégies de réalisation.

Les coûts d'un complexe CSP-HVDC (centrale, Concentrating Solar Power – CSP et ligne, High Voltage Direct Current – HVDC) s'élèvent à **16 milliards d'Euro environ pour une capacité de 1,5 gigawattsnet**.

Ceci représente environ 10.000 €/kW et est donc à peu près équivalent aux coûts actuels pour la nouvelle construction, le démontage et la mise au rebut d'une centrale nucléaire. (Sources : Greenpeace, 2012, Provisions pour fermeture / démontage et mise en rebut dans le secteur nucléaire (« Rückstellungen für Stilllegung / Rückbau und Entsorgung im Atombereich ») ; Advances CANDU Reactor). Dans le cas d'un remboursement rapide du crédit et avec un faible taux d'intérêt, les coûts de revient de l'électricité s'élèvent à environ **12 €/kWh**.

Des contrats d'obligation d'achat étatiques, établis dans l'intérêt des clients et des gérants des sites, servent de base à ce projet et génèrent à la fois confiance et sécurité mutuelle.

La réalisation technique du système CSP-HVDC ne sera possible qu'à condition d'une liaison point à point entre un parc de centrales isolé en Afrique du Nord et un centre européen de distribution dans une zone réglementée. Cette structure garantit la régulation du parc énergétique solaire-thermique sous les conditions cadres actuelles et permet une exploitation qui ressemble à celle d'une centrale thermique au charbon domestique.

Des questions, comme par exemple celle de l'utilisation d'un corridor commun peuvent être étudiées par les experts des Etats impliqués dans les projets potentiels à venir « Flexible Solar Links » et « MEFID Solar Link ».



Dans une étude potentielle et pilote menée par MEFID Solar Link (le nom MEFID est composé des initiales des pays impliqués),

les moyens de transport de l'électricité pour les quatre régions économiques fortes européennes sont analysés avec un système CSP-HVDC (figure 2). Ceci permet une stratégie européenne basée sur une démarche régionale. Des zones industriellement actives dans ces quatre régions (construction mécanique, construction automobile, technologie médicale et industrie de la mode) ont d'importants besoins énergivores alimentés actuellement par les grands centres vieillissants de production fossiles et nucléaires qui doivent être remplacés par des énergies renouvelables.

Pour cela, il ne faut pas tarder à prendre la décision d'importer de l'énergie solaire réglable.

Si les pays preneurs n'optent pas pour ce projet au bon moment, la rentabilité de la construction et de l'exploitation du système CSP-HVDC décline au niveau de l'économie d'énergie à cause de l'augmentation des énergies renouvelables fluctuantes locales.

La durée totale comprenant planning, autorisations et construction s'élève à près de 10-15 ans. Si cette importante décision politique était prise en 2015, l'Allemagne pourrait bénéficier de la première énergie solaire issue de ce projet entre 2025-2030. Maintenant, c'est à la politique et aux ministères des Etats impliqués (MEMEE – Maroc, MINETUR – Espagne, MEDDE – France, MISE – Italie et BMWi – Allemagne) de reconnaître cette opportunité gagnant-gagnant et de créer les conditions cadres économiques qui favorisent la réalisation du projet. En fin de compte, des chemins durables créent des liens interhumains.

Illustration 2 : MEFID Solar Link avec les quatre régions européennes économiquement fortes

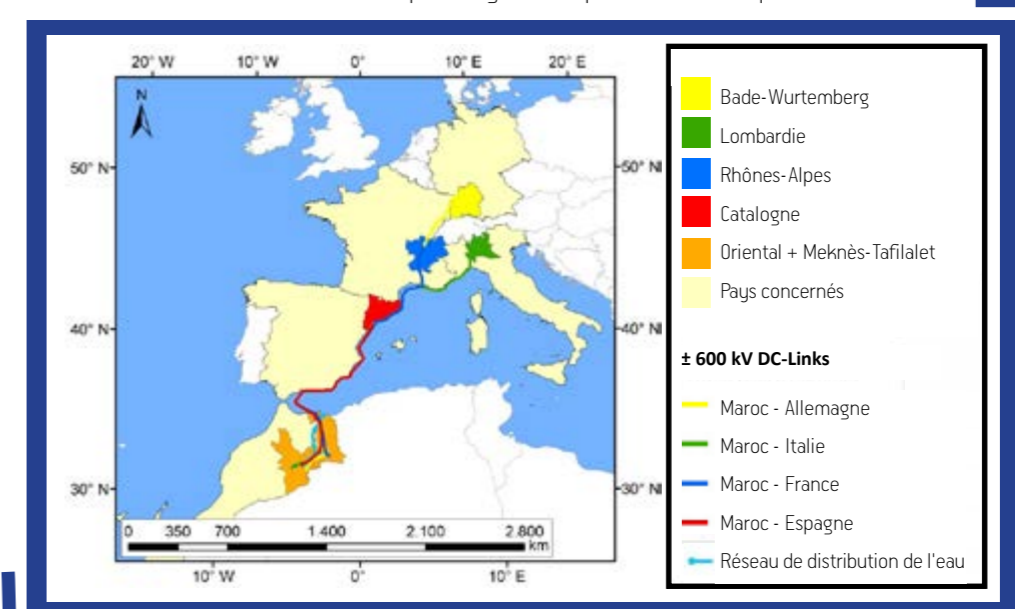
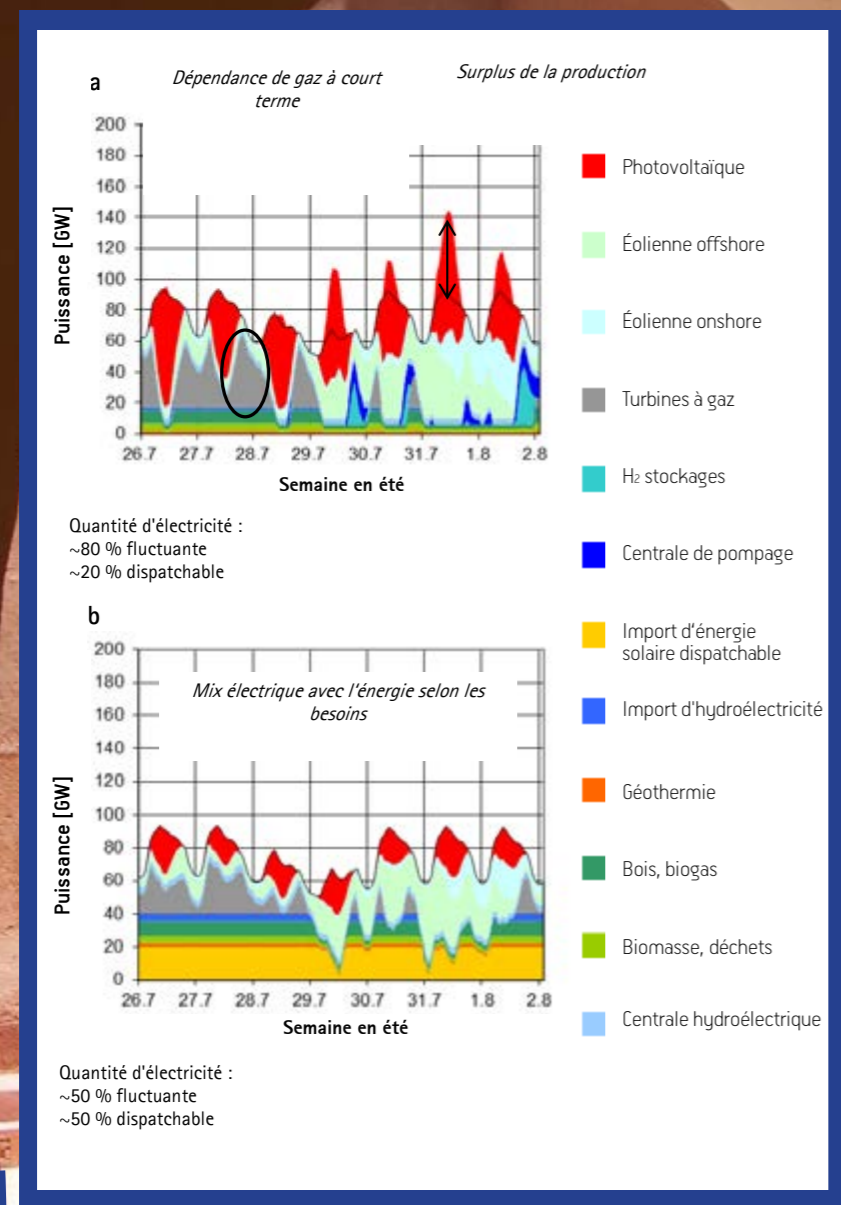


Illustration 1 : Deux chemins de la transition énergétique sans (1) et avec (2) l'Afrique du Nord



a = stratégie nationale ; b = coopération internationale avec un mix électrique en Allemagne de ~95 % des énergies renouvelables et une demande de 700 TWh/a

© pixabay

plast alger

4^e Salon International du Plastique et Composites pour l'Algérie

printpack alger

5^e Salon International de l'Impression et de l'Emballage en Algérie



18 - 20 avril 2016

Palais des Expositions d'Alger - Safex

www.plastalger.com
www.printpackalger.com

Organisé par



fairtrade GmbH & Co. KG • M^{me} Gudrun Bornschein • Kurfürsten-Anlage 36 • D-69115 Heidelberg, Germany
Tél.: +49-6221-4565-27 • Fax: +49-6221-4565-25 • g.bornschein@fairtrade-messe.de • www.fairtrade-messe.de

Eurl fairtrade expo • M^{me} Kahina Behloul • 13, Chemin Parmentier • Hydra, Algiers, Algeria
Tél.: +213-21-484016 • Fax: +213-21-484005 • kbehloul@gmail.com • www.plastalger.com



Dipl.-Ing. Denis Hess travaille au Centre Allemand pour l'Aéronautique et l'Aérospatiale (DLR) à Stuttgart et effectue des recherches concernant un mélange énergétique efficace sur le plan international.

Son étude « Transmission à distance d'énergie solaire réglable de l'Afrique du Nord à l'Europe centrale » (2013) a reçu le prix de la société pour l'environnement et l'énergie de l'Association des ingénieurs allemands (VDI) mettant à l'honneur des études innovantes et importantes dans le domaine environnemental.

Contact : denis.hess@dlr.de