

L'énergie solaire en Inde : priorité au photovoltaïque

Par Henri-Louis Védie

Résumé

L'Inde est confrontée, aujourd'hui, à plusieurs défis énergétiques :

- Assurer la sécurité énergétique du pays, en généralisant l'accès pour tous à l'électricité. Ce qui n'est pas le cas en 2019.
- Le faire en réduisant sa dépendance aux énergies fossiles, afin de mieux répondre aux orientations des Conférences des parties, COP 21 et COP 22.

Pour cela, les autorités gouvernementales vont mener, dès 1981, une réflexion sur les énergies renouvelables, les conduisant à privilégier l'énergie solaire et, plus encore, l'énergie solaire photovoltaïque.

L'objet de cette étude est d'expliquer et d'analyser les raisons de ce choix, de rappeler les mesures d'accompagnement qui doivent permettre à ce pays- continent d'avoir une capacité énergétique photovoltaïque, horizon 2022, de 100 GW, avec une énergie photovoltaïque au même prix que l'énergie éolienne et/ou l'énergie fossile (GRID Parity/ Parité réseau).

En 2019, la GRID Parity est bien au rendez-vous, mais à quel prix ? Cette étude montre que c'est, à court terme, la conséquence d'une technique d'enchère particulière, dite d'enchère inversée, conduisant à l'adjudication au moindre prix (prix le plus bas). Ce qui va avoir pour conséquence directe de choisir les panneaux solaires les moins chers, de faire des économies sur les réseaux de distribution et sur l'entretien etc... Tout cela a et aura, aussi, une conséquence indirecte, celle d'ajouter une nouvelle dépendance énergétique, venant s'ajouter à celle des énergies fossiles. Celle, aussi, vis-à-vis de la Chine, fournisseur quasi exclusif des panneaux solaires indiens, et fournisseur

principal des onduleurs photovoltaïques, tous deux indispensables à la chaîne de valorisation de cette énergie solaire photovoltaïque.

L'Inde a connu durant la dernière décennie un développement économique sans précédent et une explosion démographique qui la conduira à être, de loin, l'Etat le plus peuplé de la planète, horizon 2050, avec 1,7/1,8 milliard d'habitants. Tout cela est synonyme de consommation importante énergétique, situant le pays au troisième rang mondial, en tant que consommateur d'énergie. Cela devrait non seulement perdurer, mais s'amplifier horizon 2050.

Pays faiblement doté en pétrole et insuffisamment en charbon, l'Inde, et jusqu'à une date récente, va privilégier les énergies fossiles, la conduisant à augmenter ses importations en pétrole et en charbon. Malgré cela, ce modèle énergétique n'a pas permis à l'ensemble de la population d'y accéder, laissant 240 millions d'Indiens dépourvus totalement d'électricité. Aussi, depuis une trentaine d'années, le pays s'est lancé dans une réflexion sur les énergies renouvelables, aboutissant en 2010 au « National Action Plan on Climate ». Ce plan va conduire à deux priorités. Celle, tout d'abord, donnée aux énergies renouvelables, et plus particulièrement au solaire photovoltaïque, et celle d'atteindre, horizon 2022, une capacité énergétique photovoltaïque de 100 GW.

L'objet de cette étude est de préciser tout d'abord les raisons pour lesquelles les autorités indiennes ont fait le choix du photovoltaïque et les moyens mis en place pour parvenir à l'objectif des 100 GW (I), la seconde partie de l'étude étant consacrée à l'analyse des résultats, des mesures engagées, en 2019 (II).

I. L'énergie solaire photovoltaïque indienne : Un choix logique, des moyens conséquents

On précisera, tout d'abord, les enjeux de la politique mise en place (A), puis les fondamentaux de l'énergie solaire (B), enfin les mesures d'accompagnement engagées dès 1980 pour répondre à ces enjeux (C).

A. Des enjeux à l'échelle d'un Etat-continent, demain le plus peuplé de la planète

1. Généraliser l'accès à l'énergie et assurer la sécurité énergétique du pays

Comme déjà rappelé, le fait qu'aujourd'hui 240 millions d'Indiens ne puissent accéder à l'énergie électrique interpelle, et en premier lieu les autorités politiques du pays. Et ce d'autant plus que, si on ne fait rien, cette situation risque fort de s'aggraver pour au moins trois raisons : démographique, économique et urbanistique.

D'ordre démographique, tout d'abord. En quarante ans (1961–2001), la population indienne est passée de 440 millions à plus d'un milliard. Ce mouvement non seulement perdure mais s'amplifie. Aujourd'hui, en 2019, l'Inde c'est 1,3 milliard d'habitants. Dans 31 ans, cela devrait être 1,7 /1,8 milliard d'habitants, faisant de l'Inde le pays le plus peuplé de la planète, loin devant la Chine, et son 1,3 milliard. Et comme on le sait, plus de population c'est plus de besoins en électricité. Ajoutons, enfin, que cette situation est d'autant plus sérieuse lorsqu'on rappelle qu'avec 1,3 milliard d'habitants, le pays, aujourd'hui, ne répond pas aux besoins en électricité de 240 millions de ses concitoyens. On laisse imaginer la situation en 2050, si rien n'est fait, dès maintenant !

D'ordre économique, ensuite, le pays connaissant sa croissance la plus forte de son histoire depuis 1930. Ainsi, le PIB indien moyen va progresser de 5,4% , entre 1991-2003, de 8,8%, entre 2004-2008, de plus de 7%, depuis 2010. Et on sait combien, là encore, la croissance est consommatrice en énergie. Aussi, à des besoins énergétiques liés à son évolution démographique vont venir s'ajouter ceux liés à sa croissance.

D'ordre urbanistique, enfin. Dans le domaine de l'urbanisation, l'Inde est en retard. Plus des deux tiers de la population sont des ruraux. Cela devrait se réduire progressivement au cours des prochaines décennies et, avec cette réduction, accroître les besoins énergétiques

du pays. Au global, l'urbanisation croissante de la population devrait générer des besoins énergétiques nouveaux, liés à cette urbanisation et à l'augmentation de la population indienne.

Ne rien faire, donc, en se contentant d'un modèle énergétique reposant sur l'énergie fossile, c'est ne pas se projeter dans l'avenir et prendre plus qu'un risque d'insécurité énergétique d'un pays en pleine explosion démographique. Et ce d'autant plus qu'à cette insécurité énergétique viendrait s'ajouter celle d'une dépendance énergétique aux importations de pétrole et de charbon.

2. Réduire la dépendance du pays de ses importations pétrole et charbon

Selon le « Central Statistics Office » de l'Inde, en 2016-2017, la répartition de la consommation énergétique indienne, à partir de sa capacité installée, faisait la part très belle aux énergies fossiles (gaz, pétrole, charbon) puisque 87% de l'énergie produite était d'origine fossile, comme le précise le schéma ci-dessous.

Energies fossiles (87%)	Autres (13%)
Charbon 43%	Dont hydro-électricité, nucléaire et éolien
Lignite 2%	
Pétrole 35%	
Gaz naturel 7%	

La dépendance énergétique en Inde est duale : celle qui s'exprime par rapport aux énergies fossiles et celle qui tient compte des matières premières importées.

a – Dépendance énergétique par rapport aux énergies fossiles

Au premier rang desquelles le charbon. Le pays dispose aujourd'hui de réserves de charbon très importantes, au cinquième rang mondial, avec des réserves estimées à 315 milliards de tonnes. Dans les années 90, le secteur charbonnier va être nationalisé, les investissements nécessaires à son exploitation n'étant pas réalisables par les entreprises privées qui étaient alors en charge de la production. Aujourd'hui, le secteur reste très concentré autour de « COAL INDIA », la plus grande entreprise de charbonnage de la planète, détenue à 90% par l'Etat indien. Sans être aussi abondant, le pays dispose de réserves non négligeables de pétrole et de gaz, dans le Western-Offshore.

Point commun au charbon, au pétrole et au gaz, celui d'être des énergies fossiles, où malgré des réserves importantes, l'offre sur le marché domestique est insuffisante. Ainsi, en 2016-2017, 190 Mt de charbon vont être importées, pour répondre à des besoins estimés à 840 Mt. Même constat avec le pétrole et le gaz naturel, où plus de 80% de la consommation donne lieu à importation, ce qui explique pourquoi, en 2015, l'Inde était le troisième importateur de pétrole mondial.

Cette dépendance énergétique est d'autant plus remise en cause aujourd'hui qu'elle concerne des énergies polluantes, dont l'importation vient déséquilibrer le commerce extérieur indien.

b – Dépendance énergétique par rapport aux cours mondiaux du pétrole et du gaz et par rapport aux pays exportateurs

L'Inde est particulièrement sensible aux variations du cours du pétrole. Selon certains experts, une hausse du prix du baril de 10% peut impacter la croissance du PIB de 0,2% l'année suivant cette augmentation. Et on rappellera ici un constat historique, celui des chocs pétroliers de 1973 et de 1979, conduisant chaque fois à la récession économique du pays.

Enfin, cette dépendance énergétique est celle aussi d'une dépendance à l'égard des pays exportateurs de pétrole et de charbon principalement. Concernant le pétrole, l'Inde va diversifier ses fournisseurs, même si six d'entre eux représentaient, en 2017, selon le ministère du Commerce et de l'Industrie, plus de 75% de l'ensemble. Le tableau ci-dessous (tableau 1) les regroupe et précise leur contribution.

Tableau (1) 92% des importations proviennent de 12 pays différents

Arabie Saoudite	18%	Koweït	4%
Irak	18%	Angola	3%
Iran	13%	Mexique	3%
Venezuela	10%	Qatar	2%
UEA	9%	Brésil	2%
Nigéria	8%	Malaisie	2%
Total	76%	Total	16%

Moins spectaculaire, mais confirmant cette dépendance, le charbon. De façon surprenante, compte tenu de

l'ampleur de ses réserves, 20 à 30% des besoins en charbon sont importées, principalement d'Indonésie, d'Afrique du Sud et d'Australie.

3. Lutter contre la pollution, en donnant priorité aux énergies propres

En faisant la part très belle aux énergies fossiles, le modèle énergétique indien va sans surprise se révéler peu respectueux de l'environnement, avec l'exploitation de mines de charbon, et fort émetteur de CO₂, au cours des deux dernières décennies. Depuis 1992, les émissions de CO₂ ont été multipliées par 5. En 1990, elles étaient estimées à 0,5 billions de tonnes de CO₂ émis. En 2017, elles sont de l'ordre de 2,4 billions de tonnes de CO₂. Principal pollueur, le charbon (15 des 2,4 billions de tonnes de CO₂ à lui seul) suivi de l'essence (0,7 billions de tonnes de CO₂). En 2005, leur contribution respective était de 0,7 et de 0,3. Concernant le charbon, cela est destiné essentiellement à la production d'électricité, l'essence étant, dans sa grande majorité, réservée aux transports.

B. L'énergie solaire : des fondamentaux et un environnement naturel et culturel favorable

Répondre à ces enjeux, véritables défis, à ces contradictions, celle de privilégier le charbon tout en l'important, par exemple, celui de la COP21 et de la COP22, celui de produire de l'énergie propre, va conduire les autorités indiennes à se positionner sur les énergies renouvelables, et plus particulièrement sur l'énergie solaire.

1. Un environnement indien naturel favorable à l'énergie solaire

Des conditions climatiques et géographiques particulièrement favorables. L'ensoleillement y est important toute l'année, en moyenne 300 jours par an. Si on en croit le Ministère indien des énergies nouvelles et renouvelables (MNRE), c'est 5 trillion de kWh d'énergie solaire qui irradient le pays-continent. Plus encore, si 10% seulement du territoire se dotait d'équipements solaires, la capacité solaire installée serait de 8000 GW, soit 50 fois celle de la capacité solaire actuelle. Ce chiffre est un double signal, celui d'un potentiel et celui d'un retard. Aujourd'hui, en 2019, les régions les plus

irradiées par le soleil sont le Rajasthan et le Nord du Gujarat.

Une ruralité regroupant les 2/3 de la population indienne habitant dans les territoires ruraux. Dans ces territoires, le système des castes perdure, l'accès aux nouvelles technologies est l'exception, comme l'est le raccordement aux réseaux électriques. A peine 10% de ces villages sont totalement électrifiés. Ce sont les arbres qui masquent la forêt constituée de ceux qui n'y ont pas accès. Enfin, quand on en dispose c'est aussi très fréquent que cela soit de façon intermittente, tant les coupures d'électricité sont fréquentes. L'énergie solaire avec son réseau décentralisé Off Grid répond particulièrement bien à ces besoins, où beaucoup lient le début de la fin de la pauvreté à la généralisation de l'accès pour tous à l'énergie électrique.

Une société indienne, dans son approche culturelle et religieuse, tournée vers le soleil. C'est ainsi que l'on retrouve dans les vieux textes hindous des références à Surya, dieu du soleil mais aussi symbole de la disparition de l'obscurantisme et de recherche de vérité. Aussi, fort de cette place importante, développée et reconnue au soleil dans la vie des Indiens, l'utilisation de l'énergie solaire s'inscrit dans cette logique.

2. Des fondamentaux qui privilégient le photovoltaïque

L'énergie solaire peut être, aujourd'hui, principalement d'origine thermique ou d'origine photovoltaïque. Dans les deux cas, cela reste une industrie de réseau, produisant du courant qu'il faudra convertir en courant alternatif si on veut que l'énergie produite soit utilisée dans l'activité domestique et industrielle.

Le solaire photovoltaïque, c'est celui d'une énergie récupérée à partir de panneaux photovoltaïques, utilisant des semi-conducteurs à base de silicium. L'énergie ainsi produite est du courant continu, nécessitant l'accompagnement d'un onduleur solaire, pour le transformer en courant alternatif.

Le solaire thermique, c'est celui de la transformation du rayonnement solaire en chaleur, à partir de la concentration des rayons solaires sur une cible. Cette chaleur pourra ensuite donner lieu à une utilisation directe, dans le cas, par exemple, de production d'eau chaude, ou indirecte, à partir de vapeur d'eau, entraînant des alternateurs produisant de l'électricité.

En économie de réseau, l'énergie solaire peut utiliser directement les réseaux de distribution existants, sans coût direct supplémentaire. On parlera alors de réseau « on Grid ». Dans le cadre de l'énergie solaire, on peut aussi ne se connecter à aucun réseau et alors fonctionner à partir de batteries stockant l'énergie produite, ou alimenter directement l'objet de l'installation (panneau solaire sur les toits de maison par exemple). On parlera alors d'installation « Off Grid ». En ayant recours à des batteries, on résout le problème posé par l'existence de coupures fréquentes observées en milieu rural. Avec la technique Off Grid, on va pouvoir répondre également aux besoins des zones non rattachées à un réseau de distribution national. En Inde, cela concerne des dizaines de millions de personnes, souvent limitées dans leurs besoins en électricité, pour lesquelles la généralisation progressive de panneaux photovoltaïques sur les toits des maisons individuelles et/ou des immeubles est un premier pas décisif pour accéder à l'électricité.

En Inde, compte tenu de la nature des besoins en énergie électrique le recours au photovoltaïque va être privilégié, moins coûteux que l'option thermique. De plus, en distinguant les réseaux d'alimentation on Grid et Off Grid, le photovoltaïque donne beaucoup plus de souplesse au processus d'accès à l'électricité. Enfin, le photovoltaïque, même dans ses options les plus coûteuses, reste beaucoup moins cher que le thermique. Ce qui explique pourquoi plus de 95% de la capacité énergétique solaire, en Inde, est aujourd'hui photovoltaïque.

C. Des mesures d'accompagnement institutionnelles et financières conséquentes

L'intérêt pour l'énergie solaire est présent lors de l'élaboration du troisième plan quinquennal (1961-1965). Il faudra attendre le sixième plan (1980-1985) pour que se pose la question de son utilisation et de son développement. Et, entre 1980 et 2010, l'Inde va développer, sur le plan institutionnel, des programmes et des structures qui, par la suite, vont être des plus utiles pour le lancement de la « Jawaharlal Nehru National Solar Mission » qui va conduire à faire de l'Inde, aujourd'hui, un leader mondial de l'énergie solaire.

1. Un temps de mise en place des programmes, commissions et structures : 1980-2010

On rappellera ici les plus emblématiques.

- 1981 : création de la CASE (Commission for Additional Source of Energy), en charge de promouvoir les énergies renouvelables par l'intermédiaire des politiques publiques ;
- 1982 : création du « Department of Non Conventional Energie », en charge du développement de l'énergie solaire ;
- 1987 : création de l'IREDA (Indian Renewable Energy Development Agency), agence ayant pour but de créer un fonds d'investissement soutenant les énergies renouvelables ;
- 2003 : vote par le parlement indien de « L'electricity Act » qui remplace celui de 1910, prévoyant que 40% de l'énergie utilisée par les consommateurs soit des énergies renouvelables.

Durant cette période, deux plans quinquennaux, le huitième 1992-1997, et le dixième 2002-2007, vont concrétiser cet attachement de l'Inde aux énergies renouvelables.

- Dans le cadre du huitième plan, il est ainsi prévu d'électrifier 10000 villages à partir d'énergie décentralisée et non conventionnelle : l'objectif est de développer une capacité énergétique de 1720 Kw, via des panneaux solaires photovoltaïques.
- Dans le cadre du dixième plan est lancé le programme « Village Energy Security », destiné à l'électrification des villages dans les zones rurales. Au total, 40000 villages vont ainsi en bénéficier.

Cette période se révèle être particulièrement importante pour l'ouverture d'un secteur « Energie Solaire », venant s'ajouter aux sources énergétiques habituelles du pays, pétrole et charbon.

2. Un plan décisif : La « Jawaharla Nehru Solar Mission »

En 2010, le gouvernement de Manmohan Singh va lancer le « National Action Plan on Climate Change ». Ce plan est composé de huit grandes missions nationales, la première d'entre elles étant la « Jawaharla Nehru Solar Mission ». Dans ce texte fondateur, l'accent est mis sur

le potentiel important de l'Inde en énergie solaire, mais aussi sur la possibilité de mettre en place des réseaux d'électricité décentralisés, particulièrement adaptés à la géographie du pays. A terme, l'objectif est d'atteindre la « Grid Parity », c'est-à-dire d'aboutir à ce que l'électricité produite par énergie solaire soit disponible au même prix que celle fournie par les autres énergies alternatives. Et pour y arriver, la mission précise la nécessité de recourir à grande échelle aux technologies de dernière génération, la nécessité d'investissements massifs en RD, et de développer les capacités de production indiennes des matériaux nécessaires aux panneaux solaires.

- La phase I de la Jawaharla Nehru Solar Mission couvre la période 2010-2013. Elle doit permettre d'atteindre une capacité solaire installée de 1,1 GW. Durant cette phase, il est proposé d'attribuer les contrats aux entreprises chargées de la distribution de l'électricité, à partir d'enchère inversée. A savoir que l'attribution se fait en minorant le prix déterminé par rapport à son coût de production. L'entreprise qui propose la minoration la plus importante remporte l'enchère. Les premières enchères vont se révéler particulièrement fructueuses, et ce pour deux raisons. Tout d'abord, les demandes totales cumulées vont être dix fois supérieures à l'offre. Ensuite, elles vont se traduire par une baisse significative du prix de l'énergie solaire pour le consommateur. La technique de l'enchère inversée s'est révélée particulièrement efficace.
- La phase II de la Jawaharla Nehru Solar Mission couvre la période 2014-2017. Elle a pour objet d'atteindre 11 GW de capacité énergétique solaire installée. Mais 2014, c'est aussi l'arrivée au pouvoir de Narendra Modi, fervent partisan de l'énergie solaire qui, dès son arrivée, se fixe comme objectif de donner de l'électricité à ceux qui en sont dépourvus. Cela concerne, en 2014, 300 millions de personnes. Et pour y parvenir, il estime qu'il faudra mobiliser 100 milliards de dollars dans la filière solaire. En 2018, il revoit, à la hausse, les objectifs horizon 2022, en les fixant à 100 GW de capacité solaire installée.

Cette phase s'avère donc être décisive pour l'avenir de la filière solaire. Non seulement on officialise la priorité désormais reconnue à la capacité solaire installée, mais on lui fixe un objectif très ambitieux, 100 GW horizon 2022.

3. Des incitations financières et gouvernementales

Afin d'inciter à investir dans la filière solaire, le gouvernement Modi va être aussi celui d'incitations financières gouvernementales importantes, compte tenu de l'objectif fixé des 100 GW de capacité énergétique solaire, horizon 2022. Nous en avons retenu six particulièrement significatives de la volonté gouvernementale de soutenir les investisseurs concernés par ce projet. Deux sont d'ordre fiscal. L'accélération de la dépréciation de la valeur de l'équipement investi et la « 10 year corporate tax holiday ». D'autres mesures concernent les « Prospect Developers », les « Discom ». Enfin, les deux dernières visent à accélérer la mise en place des panneaux solaires sur les toits (le « Rooftop Solar Subsidy Scheme ») et à encourager le développement des parcs solaires (Ultra Mega Solar Power Projects).

a – Des incitations fiscales

La première concerne l'accélération de la dépréciation prise en compte dans la comptabilité de l'entreprise. Ce que nous appelons, en France, l'amortissement. En 2014, il sera possible d'amortir 80% de la valeur d'investissement dès la première année, conduisant à un abaissement considérable de l'impôt, l'année correspondant à cet investissement. A partir de mars 2017, la dépréciation est limitée à 40%.

La seconde, le « 10 year corporate tax holiday » permet aux projets solaires d'être exemptés d'impôts pendant 10 ans. Cette mesure se termine en avril 2017.

b – Deux mesures en faveur des « Project Developers » et des DISCOM

• La VGF (Viability Gap Funding) / Scheme

Cela concerne les « Project Developers », ceux qui enchérissent à un tarif déterminé pour un projet. Certains de ces projets ne sont pas viables financièrement, mais sont économiquement nécessaires. Dans ce cas, les « Project Developers » concernés bénéficient d'une aide financière comprise entre 20 et 30% du montant de l'investissement enchéri. Dès sa création – 2014 – il est prévu à ce titre une enveloppe de 50 milliards d'INR versée à la « Solar Energy Corporation of India », en charge de ce dossier et de la répartition des fonds.

• Le Uday Scheme

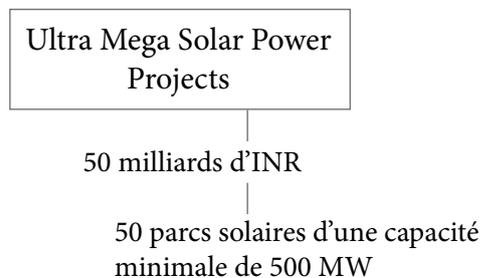
Mis en place en novembre 2015, le Uday Scheme est une aide destinée aux entreprises chargées de la distribution de l'électricité, encore appelées DISCOM. Ces entreprises sont celles qui ont enchéri sur le projet. Compte tenu d'enchères inversées, elles ont très souvent soumissionné le marché à un prix inférieur, très inférieur à leur coût de production. Cela a certes permis de baisser le prix de l'énergie solaire, c'était l'objectif recherché, mais a entraîné pour les entreprises lauréates de l'enchère une dégradation spectaculaire de leur trésorerie, que l'on va retrouver dans leur endettement. Au moment de la mise en place de l'« Uday Scheme », le montant cumulé de leurs dettes se chiffrait en dizaine de milliards d'Euros.

Avec l'Uday Scheme, les Etats concernés vont se voir affectés de 75% de leurs dettes. Charge au gouvernement central, en contrepartie, de trouver l'argent nécessaire à leur remboursement. Mais en échange, les entreprises du DISCOM vont devoir améliorer l'efficacité de leur distribution. C'est une initiative majeure s'attaquant à un des problèmes clé de la filière électrique du pays, celui de la distribution. Et en améliorant la distribution, on permet également son développement.

c – Des initiatives visant à doper l'installation des panneaux solaires et le développement des parcs solaires

- Doper l'installation des panneaux solaires, telle est la mission du « Roof Top Solar Scheme ». Doté de 50 milliards d'INR, ce programme apporte un financement de 30% aux installations de panneaux solaires sur les toits. Seule restriction, cela ne concerne pas les toits des locaux commerciaux et industriels. La priorité ici a été donnée aux résidentiels, gouvernementaux, sociaux et institutionnels. Rappelons que dans l'objectif gouvernemental des 100 GW de capacité installée, 40% serait de l'énergie solaire produite sur les toits de cet Etat- continent. Et en 2018, on est loin du compte si on prend en considération l'estimation de « Bridge to India Report », avec 6% de l'objectif en 2018. Ceci explique sans doute pourquoi ce soutien financier tombe à pic pour relancer et accélérer ce projet.
- L'Ultra Mega Solar Power Projects, mis en place en décembre 2014, privilégie les projets d'une capacité minimale de 500 MW et entend construire, d'ici 2022, 50 parcs solaires, d'une capacité énergétique totale

de 40 GW. Son soutien est double, soutien financier et acquisition des terres. Le soutien financier, c'est celui d'une enveloppe gouvernementale de 81 milliards d'INR. L'acquisition des terres se fera par l'intermédiaire d'agences gouvernementales. Le schéma ci-dessous les résume.



Agences gouvernementales en charge de l'acquisition des terrains nécessaires à la construction de ces 50 parcs éoliens

En s'engageant à acquérir les terrains, l'« Ultra Mega Solar Power Projects » règle un des principaux problèmes que pose le développement des parcs solaires, à savoir aussi celui d'un foncier de plusieurs centaines d'hectares a minima, nécessaire à leur construction. En cela, il facilite grandement le travail des développeurs des projets « Parc Solaire ».

Dans le cadre de ce dispositif, la capacité énergétique solaire serait de 26 GW, les 16 GW restant étant le fait de parcs solaires plus modestes, à la capacité énergétique inférieure à 500 MW.

En 2019, 5 des 10 plus gros projets de parcs solaires dans le monde sont indiens. Et deux d'entre eux sont appelés à devenir les deux plus grands parcs solaires de la planète : celui de Bhaorla, dans l'Etat du Rajasthan, et celui Dholera, dans l'Etat du Gujrat, où Narendra Modi commença sa carrière politique, en tant que « Chief Minister ».

Comme on peut le constater, les autorités indiennes vont se doter de moyens, financiers et institutionnels, considérables, à la mesure des enjeux et des objectifs poursuivis. Ce qui témoigne du volontarisme politique les accompagnant, particulièrement celui du gouvernement Modi. Ce volontarisme politique va être déterminant, à court et moyen termes, dans les premiers résultats des politiques mises en place.

II. Des résultats incontestables qui ne doivent pas faire oublier leurs conditions de réalisation

Au cours de la dernière décennie, à l'initiative des pouvoirs publics indiens, puis des entreprises privées, en relais et complément, le modèle d'énergie solaire de ce pays- continent s'est mis en place et s'est structuré. Fin 2019, les résultats observés sont contrastés. On distinguera ceux que l'on peut considérer comme positifs (A), de ceux qui, au contraire, pourraient freiner le développement.

A. Un acquis et des applications concrètes positives incontestables

1. Une capacité énergétique solaire installée de 27 GW en 2018

De 2009 à 2019, la capacité énergétique solaire installée, quasi insignifiante en 2009, connaît à partir de 2012 une croissance spectaculaire. En 2017, elle progresse de 123% par rapport à 2016, portant la capacité solaire installée à 19,6 GW. Fin 2018, cette capacité atteint 27 GW. Sur les deux dernières années, la création de capacité installée a été successivement de 5,7 (2017) et de 7,3 (2018). Fin 2018, 27% de l'objectif gouvernemental, fixé à 100 GW, est donc atteint. Et on estime à 90% de cette capacité installée être le fait de grands projets, comme les parcs solaires, les 10% restants étant dus à des installations photovoltaïque sur les toits des habitations.

Si on compare cette capacité solaire installée à la totalité de la capacité énergétique du pays, cela représente environ 8%, sensiblement égale en pourcentage à celui de la capacité solaire en France, fin 2017. Avec cette capacité solaire installée, en Inde, on contribue à environ 2% de la production d'électricité du pays. Les principaux Etats concernés par cette implantation sont alors le Talanga, le Karnataka, l'Andra Pradest et le Rajasthan.

Enfin, les utilisateurs locaux de cette capacité installée, fin 2017, se répartissaient entre usage industriel,

commerces, particuliers et secteur public de la façon suivante :

Usage industriel	43%
Commerces	21%
Particuliers	20%
Secteur public	16%
Total	100%

Comme on peut le constater, si l'usage industriel est dominant, plus de 40%, commerces, particuliers et secteur public ont bénéficié sensiblement, à parts égales, des 57% restants (entre 20-21% pour les commerces et les particuliers, et 16% pour le secteur public). De façon surprenante pour une politique publique, c'est le secteur public qui en bénéficie le moins. Et on peut légitimement penser que le passage de 27% à 100% de capacité solaire installée se fera en augmentant de façon significative leur contribution au bénéfice des commerces, des particuliers et du secteur public.

2. Une baisse des prix du solaire photovoltaïque spectaculaire atteignant la « Grid Parity » fin 2018

En Europe, l'énergie solaire est souvent réputée chère, peu compétitive par rapport aux énergies fossiles, par exemple, tout en lui reconnaissant certains avantages environnementaux, comme l'absence d'émission de CO₂. Deux études (une de la Deutsche Bank en 2017), comparant l'évolution du prix de l'énergie solaire photovoltaïque à celle du prix de l'énergie charbon sur la période 2015-2016, et une de Deloitte, en 2018, comparant l'évolution du coût de l'énergie solaire photovoltaïque, entre 2014-2018, à celle de l'énergie éolienne et des énergies thermique et hydraulique, viennent confirmer ce que At Kearney, cabinet de conseil, prévoyait dès 2013 pour 2016.

- Des prix sensiblement égaux entre l'énergie solaire photovoltaïque et l'énergie charbon, fin 2016, pour la Deutsche Bank. L'étude porte sur la période juillet 2015 et juillet 2016. Elle montre que si le coût de l'énergie solaire progresse légèrement sur la période, passant de 5,05, en juillet 2015, à 5,64, en juillet 2016, celui de l'énergie charbon progresse plus rapidement, passant de 4,27 INR à 6,99 INR / kWh au cours de la même période.

- Même constat avec le Cabinet Deloitte, cette fois sur la période 2014-2018, avec le solaire, l'éolien et le thermique / hydraulique. (Tableau 2)

Tableau 2 – Evolution du coût de l'énergie en INR, sur la période 2014-2018, de l'énergie solaire, éolienne, thermique et hydraulique.

Energie	Coût de l'énergie en INR				
	2014	2015	2016	2017	2018
Solaire	7.90	6.50	5.20	3.25	2.44
Eolienne	5.00	5.00	5.25	3.46	2.43
Thermique et hydraulique	4.90	4.10	4.15	4.27	4.40

Source : Deloitte

L'analyse de ces données aboutit aux constats suivants :

- En 2014, l'énergie la plus chère et celle du solaire photovoltaïque, très nettement devant l'énergie éolienne et l'énergie thermique / hydraulique, aux coûts sensiblement identiques. Quatre ans après, c'est l'énergie thermique qui est bonne dernière, même si son coût a été réduit. Pas suffisamment, cependant, par rapport à la réduction des coûts solaires et éoliens, pratiquement égaux, à respectivement 2,43 et 2,44 INR/kWh.
- Si l'énergie thermique / hydraulique a un coût qui évolue de 4,1 à 4,9 sur la période, celui de l'énergie solaire est plus que divisé par 3, celui de l'éolien à peine divisé par 2, passant respectivement de 7,90 à 2,44 INR/kWh pour le solaire et de 5,0 à 2,43 INR/kWh pour l'éolien.
- La Grid Parity est donc bien atteinte pour le solaire photovoltaïque avec l'énergie éolienne. Par contre, on ne se situe plus sur le même marché désormais, entre l'énergie solaire photovoltaïque, dont le coût pourrait, en Inde, continuer à baisser, et le coût de l'énergie fossile charbon, dont le coût devrait augmenter.

3. Des applications concrètes qui témoignent

Elles sont nombreuses. Nous en retiendrons donc deux, très différentes, mais qui ont comme point commun de pouvoir être renouvelées en d'autres lieux.

- L'aéroport international de Cochin, 100% alimenté depuis 2015 par de l'énergie solaire photovoltaïque

Cochin est un grand aéroport, mille vols en moyenne par semaine, 10 millions de passagers par an. A l'échelle indienne, il se situe au septième rang national. Depuis 2015, il est alimenté par 46000 panneaux solaires, répondant en totalité à ses besoins énergétiques. L'investissement réalisé a été de l'ordre de 9 millions de dollars, permettant une capacité énergétique de 27 MW. Compte tenu de la baisse du prix de l'électricité imposée par l'Etat, cet investissement devrait être rentabilisé au bout de 5-6 ans. De plus, en surplus de capacité par rapport aux besoins, la revente de ce surplus constitue, pour la structure, des revenus non négligeables.

Sur le plan environnemental, son impact ne se discute pas davantage, réduisant l'empreinte carbone de 300000 tonnes de CO₂, équivalent à 3 millions d'arbres.

La réussite de ce projet, l'idée de placer des panneaux solaires à proximité d'un aéroport est particulièrement astucieuse, dans des zones aéroportuaires, peu habitées et faciles à aménager. Et lorsque l'on se rappelle les difficultés du foncier et de son acquisition dans ce pays, rencontrées par les développeurs des projets solaires photovoltaïques, on comprend pourquoi cet exemple va être suivi d'autres aménagements de ce type, en Inde, comme à l'aéroport de Bangalore, ou à l'étranger au Ghana.

- L'aménagement de Dharnai, premier village indien totalement alimenté par l'énergie photovoltaïque

Il existe en Inde des milliers de villages semblables à celui de Dharnai, mal alimentés en électricité comme l'était Dharnai avant la mise en place d'un micro-Grid reposant sur le photovoltaïque. Aussi la réussite de ce projet, pour un coût relativement bas (4000 euros) est porteur d'espérance, pouvant être appliqué à ces milliers de villages indiens, non reliés au réseau national. Moins spectaculaire, certes, que celui de l'aéroport de Cochin, il est aussi une autre face des opportunités offertes par le photovoltaïque indien.

B. Des prix du photovoltaïque qui pourraient remonter, une dépendance à l'égard de la Chine qui pourrait s'installer

Malgré ces constats incontestablement positifs, il est nécessaire de s'interroger sur les conditions qui les ont accompagnés et aussi sur certains déséquilibres qui sont

apparus lors des dernières années de son application. On en retiendra trois qui, directement ou indirectement, ternissent l'euphorie de ces résultats et de ces réalisations emblématiques. Le premier concerne la baisse des prix imposée et quasi publiquement administrée. Le second a trait à la nouvelle dépendance, vis-à-vis de la Chine, à laquelle elle donne lieu.

1. Des prix officiels sortis totalement du marché

On insistera plus particulièrement ici sur le choix de la technique d'adjudication des marchés, celle dite d'une adjudication inversée, et sur les conséquences sur la qualité des projets.

a – Une technique d'adjudication contestable

La technique d'adjudication inversée, comme déjà précisé, conduit à adjudiquer au moins offrant, conduisant quasi mécaniquement à faire baisser les prix. De plus, à supposer que, malgré cette technique, le prix retenu soit considéré par les agences comme trop élevé, ces dernières pourront annuler purement et simplement l'adjudication concernée.

Ainsi, ces entreprises adjudicatrices, qui sont aussi celles ayant en charge la distribution de l'électricité produite, on les appelle encore les DISCOM, vont se trouver engagées par ce prix, très bas souvent, pour de longues années. Cela va conduire la plupart d'entre elles dans une situation financière de plus en plus difficile, voire catastrophique. Tout cela était d'ailleurs prévisible, dès l'instant où le prix d'adjudication s'éloignait du coût réel d'exploitation. C'est d'ailleurs pour cela que sera créé l'Uday Scheme, dont nous avons déjà parlé, faisant porter 75% de la dette cumulée des DISCOM, dette consécutive à la dégradation de leur situation financière, à la charge des Etats concernés par cette distribution. Charge à l'autorité de lever l'argent nécessaire à ce remboursement. Avec l'Uday Scheme, le pouvoir central reconnaît implicitement la nocivité de ces enchères. Pour autant, il en maintient le principe, quitte à en faire assumer une grande partie des incidences financières par les Etats.

A partir de 2018, on va observer l'annulation pure et simple de certaines mises aux enchères, les tarifs proposés pourtant par les moins disant étant considérés comme trop élevés. C'est ainsi que Mercom India fait état, fin 2018, de l'annulation de trois projets pourtant

déjà attribués, d'une capacité individuelle de 4 GW annulés pour ces raisons.

Ajoutons à cela que l'introduction de la GST¹, en juillet 2017, ne va rien arranger. Bien au contraire. Cette taxe indirecte sur les biens et services se veut uniforme, visant, ce qui est louable, à simplifier le système composé d'une multitude de taxes différentes. Pour autant, elle tombe au plus mauvais moment, frappant des DISCOM dont l'adjudication était bien antérieure. Ce qui fait qu'elles n'étaient jusqu'alors soumises, en tant qu'entreprises engagées dans la filière solaire indienne, à aucune taxe. De plus, cette taxe et le fait de pouvoir retirer un projet, à posteriori, vont affecter très négativement l'image d'un secteur qui, en 2019, voit de moins en moins d'adjudicateurs candidats à ce marché.

b – Un développement de la filière photovoltaïque au détriment de la qualité des infrastructures installées

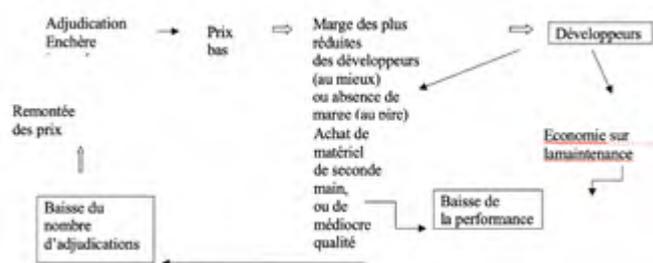
Une étude réalisée par le « Photovoltaik Institut » de Berlin, en collaboration avec le « Ministry of New and Renewable Energy » (MNRE) et deux organisations gouvernementales (« National Institut of Solar Energy » et le « Solar Energy Corporation of India ») a analysé les performances de six des projets solaires indiens, prenant en compte le type de panneaux utilisé et le montage retenu. La plupart des panneaux utilisés sont importés de Chine et de Malaisie (85% de l'ensemble). Et parmi ces panneaux, la seule certification qualité retenue est celle de l'IEC (International Electrotechnical Commission), considérée comme très minimaliste.

Pour beaucoup d'experts, la pratique courante consiste à acheter des panneaux présentant quelques défauts à un prix réduit. Ces mêmes experts estiment que 20 à 30% des panneaux importés sont de qualité insuffisante. Enfin, toujours selon « Pi Berlin », les structures de montage ne sont pas appropriées, ayant privilégié le fort ensoleillement du pays, mais en oubliant la sécheresse et les vents violents qui peuvent l'accompagner. Ce qui conduit souvent à de nombreuses fissures constatées sur ces panneaux, réduisant d'autant leur performance et indirectement la rentabilité des distributeurs (DISCOM). Enfin, autre phénomène observé, celui d'une maintenance insuffisante, impactant là encore le rendement des panneaux installés. Concernant la maintenance, elle a une double origine : volonté d'en faire l'économie, certes, mais aussi incapacité de trouver sur le marché du travail

1. Goods and Services Tax

la main-d'œuvre qualifiée capable d'assurer l'entretien de ces installations.

Comme on peut le constater, les responsabilités de cette situation sont partagées, mais essentiellement indiennes. Et, à l'origine, bien évidemment, la contrepartie d'un choix d'adjudications inversées, conduisant les développeurs de projets à rechercher tous les moyens possibles pour réduire leurs coûts, leurs dépenses. Et cela se manifeste tout au long de la filière, comme le rappelle le schéma suivant.

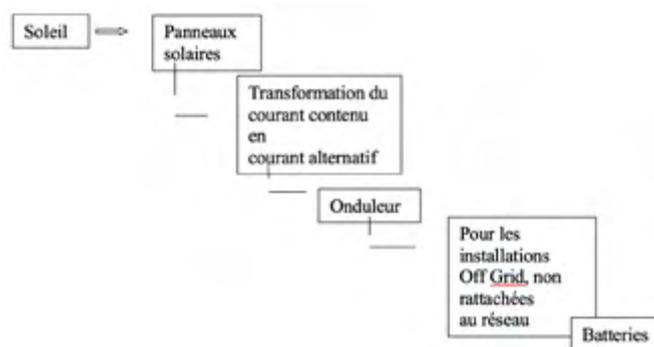


A terme, cela explique pourquoi les prix de l'électricité solaire risquent de remonter en 2019-2020. Ainsi, si les enchères inversées ont permis, dans un premier temps, de réduire de façon spectaculaire le coût de l'énergie photovoltaïque solaire en Inde, elles risquent fort d'être à l'origine de la remontée de son prix. De plus, comme nous l'avons souligné, la qualité du matériel retenu, des structures de montage trop simplifiées, une maintenance très insuffisante conduisent à poser une dernière question, celle de savoir si les panneaux aujourd'hui installés auront une durée de vie de 25 ans, 25 ans étant la durée de vie du projet. Rien de moins sûr.

2. Une dépendance à la Chine, venant s'ajouter à la dépendance aux cours pétroliers

Une des raisons évoquées dans le choix de l'énergie solaire est celle de réduire la dépendance du pays aux cours pétroliers, ce qui est bien sûr acquis. Encore faut-il qu'en réduisant cette dépendance on n'en crée pas une autre. Et avec la filière photovoltaïque, l'Inde devient dépendante des pays fabricant les panneaux solaires et, à un degré moindre, de ceux qui fabriquent les onduleurs et les batteries.

Revenons, donc, à la chaîne de valeur solaire photovoltaïque, comme le rappelle le schéma ci-dessous, trois maillons successifs la composent.



Nous nous intéresserons plus particulièrement aux fabricants de panneaux solaires et d'onduleurs, indispensables pour la production et la distribution d'électricité.

a – Une dépendance quasi exclusive à l'égard de la Chine pour les panneaux solaires

En effet, en 2017-2018, la facture totale des importations de panneaux solaires importés de Chine était de l'ordre de 3 milliards d'euros, représentant 80% des panneaux solaires installés au cours de l'exercice, le solde étant essentiellement importé de Malaisie (5%).

Cette situation est la conséquence de l'absence de compétitivité entre les constructeurs indiens de panneaux solaires et leurs homologues chinois. Selon une étude du Financial Times, le coût d'un panneau solaire fabriqué en Inde était 2,5 fois plus cher que celui fabriqué en Chine. Cet écart considérable semble être imputable à la taille moyenne des industries indiennes, cinq fois plus petites que leurs homologues chinoises, permettant à ces dernières de réaliser de substantielles économies d'échelle expliquant cet écart. Et si « Canadian Solar », entreprise basée au Canada, mais dirigée et contrôlée par des Fonds chinois, est le premier fournisseur du pays en panneaux solaires photovoltaïques, les autres principaux fabricants sont tous chinois (JA Solar, Trina Solar, etc...).

En 2017-2018, les seuls groupes indiens intervenant dans la fabrication de panneaux solaires étaient les suivants (tableau 3) :

Tableau 3 : liste des principaux fournisseurs indiens de panneaux solaires avec leur part de marché

Nom des groupes	Part de marché des fournisseurs de panneaux solaires 2017-2018 sur les marchés attribués
Sova	0,21
Premier Solar	0,26
Alpese	0,31
Emmvee	0,48
Lanco	0,93
Bhb	1,23
Wikram Solar	2,30
Waare	2,40
Tata Power	2,50
Adani Solar	3,45
Total	14,07%

Certes, cette contribution indienne progresse, principalement à la mise en place d'une taxe « Safety-duty » de 25% sur les panneaux solaires en provenance de Chine et de Malaisie. Désormais, deux entreprises indiennes (Tata Solar et Adani Solar) font leur entrée dans le top 10 des fournisseurs. Mais, au total 85% sont chinois (80%) ou malaisiens (5%).

Seuls les opérateurs étrangers sont capables de fournir du matériel à bas coût. Même si la tendance est au remplacement par des partenaires indiens, via le recours à des mesures protectionnistes, le dilemme reste le même pour les autorités gouvernementales. Si priorité est donnée à la Grid Parity, cela suppose privilégier les importateurs chinois. Et pour atteindre 100 GW de capacité énergétique photovoltaïque, le chemin est encore long. Aussi toute action, directe ou indirecte, conduisant à augmenter le prix du photovoltaïque ne peut qu'accentuer les difficultés pour atteindre l'objectif. C'est pourquoi la dépendance à l'endroit de la Chine risque bien de durer.

b – Une dépendance majoritairement chinoise sur le marché des onduleurs solaires

Le marché des onduleurs solaires photovoltaïques, en 2018, était réparti entre l'Asie (71%), le continent américain (16,5%) et l'EMEA, Europe Moyen Orient Afrique (12,5%). Les acteurs chinois représentent 43-45% des 71% d'Asie-Pacifique. Pas d'opérateurs indiens.

Vis-à-vis de ce marché, la dépendance indienne est totale, mais non exclusivement chinoise, SMA, par exemple, un des leaders mondiaux des onduleurs solaires, allemand, se situe au cinquième rang des importations indiennes.

Quelle soit quasi exclusive, avec les panneaux solaires photovoltaïques, ou relative, avec les onduleurs solaires, la dépendance de l'Inde vis-à-vis de la Chine est donc une réalité en 2018. Cette dépendance est aussi la conséquence d'une volonté indienne de produire au moindre coût cette énergie photovoltaïque. Il faut noter que cette dépendance ne se substitue pas à celle à l'égard du pétrole par exemple, mais vient s'y ajouter.

Conclusion générale

L'expérience en cours en Inde, du photovoltaïque solaire, rappelle fort à propos que la gratuité de la source énergétique, son caractère inépuisable à échelle humaine, ne signifie nullement une énergie bon marché. En choisissant cette option, aux dépens du solaire thermique et de l'éolien, par exemple, l'Inde a fait le choix d'un environnement naturel favorable, de toute façon moins coûteux que le solaire thermique. L'objectif d'une capacité énergétique photovoltaïque de 100 GW peut paraître excessif mais pas inaccessible, compte tenu des moyens engagés. Autre objectif, celui de la Grid Parity, à savoir d'un énergétique photovoltaïque égal à celui de l'éolien ou des énergies fossiles charbon, a été atteint en 2018, parité avec l'énergie solaire, meilleur marché que l'énergie thermique et hydraulique. Enfin, le recours à la technique Off Grid permet de proposer des solutions immédiates aux populations indiennes éloignées du réseau national de distribution d'électricité. Tout cela est, bien sûr, à mettre au crédit de l'expérience en cours.

Résultats contrastés, cependant, si on analyse les conditions dans lesquelles on est parvenu à la Grid Parity et la conséquence de ce choix pour la balance commerciale de l'Inde.

- La baisse des prix est essentiellement imputable, dans un premier temps, à la pratique des enchères inversées, mettant en difficulté grand nombre d'adjudicataires chargés de la distribution de cette énergie photovoltaïque, conduisant les autorités gouvernementales à prendre en charge 75% de leur endettement. Aussi la question qui se pose est celle de la pérennité de ce prix bas. Autre raison de la

baisse du coût de l'énergie photovoltaïque, celle du choix quasi exclusif de la Chine pour l'importation des panneaux solaires, pas toujours de la meilleure qualité.

- Ce qui va entraîner une nouvelle dépendance de l'Inde vis-à-vis de la Chine, ne se substituant pas à celle vis-à-vis des énergies fossiles, mais venant s'y ajouter.

Comme quoi, la gratuité de la source énergétique, même si elle est un atout, ne saurait à elle seule expliquer le choix fait. Cette étude montre, aussi, que les résultats quantitatifs sont certes importants, mais ne doivent jamais occulter les conditions dans lesquelles ils ont été obtenus.

À propos de l'auteur, Henri-Louis Vedie

Docteur d'état ès sciences économiques (Paris Dauphine) et diplômé d'études supérieures de droit (Paris I), Henri-Louis VEDIE est Professeur émérite (Groupe HEC Paris). Auteur d'une quinzaine d'ouvrages, dont les derniers ont été consacrés aux fonds souverains et à l'économie marocaine, d'une dizaine d'ouvrages collectifs, des dizaines d'articles, parfois en anglais, en espagnol et en arabe. Ces activités d'enseignement l'ont été principalement à HEC, mais l'ont conduit aussi à Moscou, à Varsovie, à Budapest, à Abou Dhabi, à Rabat... Henri-Louis VEDIE a été également Consultant au Conseil de l'Europe et membre de section au Conseil Economique et Social.

À propos de Policy Center for the New South

Le Policy Center for the New South: Un bien public pour le renforcement des politiques publiques. Le Policy Center for the New South (PCNS) est un think tank marocain dont la mission est de contribuer à l'amélioration des politiques publiques, aussi bien économiques que sociales et internationales, qui concernent le Maroc et l'Afrique, parties intégrantes du Sud global.

Le PCNS défend le concept d'un « nouveau Sud » ouvert, responsable et entreprenant ; un Sud qui définit ses propres narratifs, ainsi que les cartes mentales autour des bassins de la Méditerranée et de l'Atlantique Sud, dans le cadre d'un rapport décomplexé avec le reste du monde. Le think tank se propose d'accompagner, par ses travaux, l'élaboration des politiques publiques en Afrique, et de donner la parole aux experts du Sud sur les évolutions géopolitiques qui les concernent. Ce positionnement, axé sur le dialogue et les partenariats, consiste à cultiver une expertise et une excellence africaines, à même de contribuer au diagnostic et aux solutions des défis africains.

[Lire plus](#)

Les opinions exprimées dans cette publication sont celles de l'auteur.



Policy Center for the New South

Suncity Complex, Building C, Av. Addolb, Albortokal Street,
Hay Riad, Rabat, Maroc.

Email : contact@policycenter.ma

Phone : +212 (0) 537 54 04 04 / Fax : +212 (0) 537 71 31 54

Website : www.policycenter.ma