



# SOLUTIONS ÉNERGÉTIQUES – MADE IN GERMANY

Des technologies énergétiques innovantes, intelligentes et durables  
à travers le monde

[www.german-energy-solutions.de/en](http://www.german-energy-solutions.de/en)

Avec le soutien du



Ministère fédéral  
de l'Économie  
et de l'Énergie

en vertu d'une décision  
du Bundestag allemand

# Table des matières

## Énergies renouvelables et technologies

<b>Italie</b> De nouvelles tâches pour les centrales électriques décentralisées.....	4
<b>Pologne</b> Une infrastructure de pointe pour les marchés énergétiques actuels.....	5
<b>Mongolie</b> De l'énergie propre pour le campus satellite et le centre de recherche d'une université agricole.....	6
<b>Inde</b> Un accès intelligent et abordable à l'électricité verte.....	8
<b>Colombie</b> Un système d'irrigation alimenté par l'énergie cinétique.....	9
<b>Inde</b> Un projet thermosolaire dans une ville technophile.....	10
<b>Mexique</b> Des onduleurs allemands très efficaces sous le feu des projecteurs.....	11

## Énergies renouvelables et efficacité

<b>Vietnam</b> Une gestion intelligente et innovante de l'énergie : une vision pour l'avenir du secteur de l'eau.....	12
<b>Rwanda</b> Plus de durabilité grâce à un concept flexible d'énergie.....	14
<b>Japon</b> Des copeaux de bois remplacent les énergies fossiles et nucléaire.....	15

## Énergies renouvelables et financement

<b>Zimbabwe</b> Une façon innovante, transparente et sûre de financer les installations solaires : la technologie « blockchain ».....	16
---	----

<b>Ghana</b> Les investissements verts, avantageux pour tous les acteurs.....	18
<b>Philippines</b> Réduire les coûts énergétiques en louant une installation solaire.....	19

## Énergies renouvelables et recherche

<b>Japon</b> Un effort pour la longévité : l'échange de connaissances sur l'exploitation et la maintenance.....	20
<b>Ouzbékistan</b> Un transfert de technologie et de connaissances vers l'Asie centrale.....	22
<b>Brésil</b> Un parc éolien bien conçu : comment augmenter les rendements.....	23

## Énergies renouvelables et tourisme

<b>Chili</b> Le tourisme écologique dans les régions hors-réseau : réduire les émissions, les frais de gazole et le bruit.....	24
<b>Philippines</b> De l'énergie durable pour des destinations de rêve.....	26
<b>Kenya</b> Des solutions hors réseau pour un camp de safari luxueux.....	27

Crédits photo: COUVERTURE shutterstock.com/ESB Professional, (4) Next Kraftwerke, (5) Energy2market, (6,7) HEOS Energy, (8) BOS, (9) Smart Hydro Power, (10) Bosch Solarthermie, (11) Steca Elektronik, (12,13) Tilia, (14) OneShore Energy, (15) ECOS Consult/Nolting, (16,17) maxx solar (18) ecoligo, (19) PV<sup>2</sup> Energie, (20,21) ADLER SOLAR, (22) PRETHERM Solutions, (23) BBB Umwelttechnik, (24,25) KRAFTWERK RPS, (26) vis solis, (27) SUNSET Energietechnik

## Introduction

Durant les dernières années, « l'Energiewende » allemande est devenue un aspect de plus en plus important du label « made in Germany ». En effet, outre la grande qualité, l'innovation et l'efficacité, les produits portant cette marque d'origine sont de plus en plus associés à la transition énergétique, des combustibles fossiles et de l'énergie nucléaire à des solutions énergétiques renouvelables.

Du fait de la transition énergétique, l'Allemagne est désormais un pionnier des solutions énergétiques intelligentes et respectueuses de l'environnement. Aujourd'hui, ces solutions énergétiques « made in Germany » sont présentes dans le monde entier. Ces projets permettent de dissocier la croissance économique des émissions de gaz à effet de serre, promouvant ainsi l'innovation, la croissance et l'emploi, tout en réduisant la dépendance envers les combustibles fossiles.

Du photovoltaïque aux parcs éoliens, de la biomasse aux centrales électriques virtuelles, du stockage intelligent aux hydroliennes : la part des technologies d'énergie renouvelable ne cesse d'augmenter dans le mix de la production d'électricité mondiale. Ce livret sur les « *solutions énergétiques – made in Germany* » illustre à quel point l'industrie énergétique est innovante, variée et dynamique, et comment ces technologies peuvent être appliquées partout dans le monde. Non seulement ces projets présentent des technologies de production d'énergie renouvelable et de stockage de pointe, mais en plus leur efficacité croissante peut permettre de réduire l'appétit de l'économie en énergie et de moderniser des secteurs entiers.

Au-delà du progrès technologique, l'innovation dans le domaine des énergies intelligentes et durables peut également concerner leur accessibilité : un certain nombre

de solutions de financement créatives présentent des manières ingénieuses de surmonter les obstacles financiers, notamment pour les projets d'énergie renouvelable de petite et de moyenne taille. À titre d'exemple, la technologie des bitcoins et l'investissement participatif montrent comment la numérisation peut contribuer à mobiliser des fonds.

Une transition énergétique mondiale nécessite davantage qu'un transfert technologique : l'éducation et la formation doivent faire partie de l'équation. Les collaborations avec des institutions de recherche assurent le transfert des compétences et du savoir nécessaires pour reproduire les projets pilotes et garantir ainsi leur durabilité économique.

Tous les projets phares présentés dans ce livret ont été réalisés avec le soutien du ministère fédéral allemand de l'Économie et de l'Énergie (BMWi) dans le cadre du programme de solutions en matière d'énergies renouvelables de la dena (Programme dena Renewable Energy Solutions) coordonné par la Deutsche Energie-Agentur (dena) – l'agence allemande de l'énergie. Ce programme s'inscrit dans l'initiative pour les exportations d'énergie.

À l'échelle mondiale, la transition vers une économie à faibles émissions de carbone, approvisionnée efficacement à partir de sources d'énergie renouvelable respectueuses de l'environnement, est en train de moderniser des secteurs entiers. Ce livret vise à encourager ses lecteurs à se joindre à la transition énergétique, et fournit des idées sur la manière d'intégrer des sources d'énergie renouvelable fiables, durables et abordables dans les modèles commerciaux.



## Italie

# De nouvelles tâches pour les centrales électriques décentralisées

La transition énergétique remanie les marchés européens de l'électricité. En Italie, par exemple, le marché des services auxiliaires va s'ouvrir. Non seulement les centrales électriques à grande échelle et les installations de stockage d'électricité pourront compenser les fluctuations de puissance sur le réseau, mais ce sera également le cas, dans un avenir proche, des centrales électriques virtuelles qui rassemblent les capacités de diverses sources d'énergie décentralisées (généralement renouvelables). Ceci permet à de petits producteurs d'électricité d'accéder à des marchés auxquels ils ne pourraient pas accéder individuellement du fait de l'intermittence de leur production ou de leur taille.

Centrali Next, la filiale italienne de l'entreprise Next Kraftwerke basée à Cologne, est déjà active sur le marché de l'énergie italien en tant que négociant en électricité. Par l'intermédiaire d'une interface, plusieurs producteurs d'énergie renouvelable sont intégrés dans une centrale

électrique virtuelle. Ce réseau peut être surveillé et contrôlé à distance : Centrali Next récupère les données de performance en temps réel et peut vendre l'électricité en fonction de la demande, en tenant compte, entre autres, de prévisions météorologiques optimisées.

Une centrale électrique virtuelle peut non seulement vendre de l'électricité renouvelable directement, mais aussi compenser les fluctuations de puissance sur le réseau. Next Kraftwerke espère être l'une des premières entreprises à contribuer à la stabilisation du réseau grâce à un pool de centrales d'énergie renouvelable.

### **Centrale électrique virtuelle en Italie**

<i>Société :</i>	<i>Next Kraftwerke GmbH</i>
<i>Capacité maximale :</i>	<i>évolutive</i>
<i>Inauguration :</i>	<i>13 septembre 2018</i>

## Pologne

## Une infrastructure de pointe pour les marchés énergétiques actuels

Depuis l'entrée en vigueur de la loi polonaise sur les énergies renouvelables en juillet 2016, les producteurs d'électricité renouvelable doivent assumer de nouvelles responsabilités et vendre leur production eux-mêmes. Cependant, il est souvent difficile pour les petits exploitants de participer de manière compétitive au négoce d'électricité ou de contribuer à stabiliser le réseau national. La solution : des centrales électriques virtuelles qui rassemblent les capacités de différentes centrales électriques telles que des installations photovoltaïques, des centrales de cogénération de biogaz, des parcs éoliens ou des centrales hydroélectriques, et qui permettent de gérer les centrales à distance 24 heures sur 24.

L'entreprise Energy2market avait déjà développé une centrale électrique virtuelle pour le marché allemand et a considéré la mise en place d'un tel système en Pologne comme une opportunité commerciale. Dès le début, la priorité a consisté à optimiser les centrales électriques décentralisées existantes et à augmenter leur flexibilité. Un portail en ligne adapté aux exigences du marché polonais peut être utilisé pour vérifier la disponibilité des centrales électriques et leur production actuelle, ou pour les contrôler à distance. Ce projet de référence revêt une importance stratégique pour augmenter l'intégration des centrales d'énergie renouvelable décentralisées dans le marché européen et pour stabiliser le réseau.

### Centrale électrique virtuelle en Pologne

Société :	Energy2market GmbH
Capacité maximale :	à peu près 60 MW
Inauguration :	10 octobre 2016





## Mongolie

# De l'énergie propre pour le campus satellite et le centre de recherche d'une université agricole

La Mongolie dispose d'excellentes conditions pour l'énergie éolienne et solaire, ce qui a convaincu l'entreprise allemande HEOS de se lancer sur ce marché. L'objectif était de présenter un système hybride hors réseau comme projet de référence pour des petits villages, des camps de touristes dans des régions isolées, ou des équipes de reconnaissance dans l'industrie minière ; en résumé, pour des emplacements où un raccordement au réseau ne serait pas viable économiquement.

HEOS a su convaincre l'université mongole des sciences de la vie avec son campus situé à Nart Töv de servir d'institution partenaire sur place. Jusqu'à présent, les chercheurs et les étudiants du centre de recherche à plus de 100 kilomètres au nord-ouest de la capitale n'avaient accès qu'à l'électricité produite par un groupe électrogène pour pomper l'eau potable et l'eau d'irrigation et pour alimenter de petits appareils électriques.

Pour leur projet pilote, les experts d'HEOS ont commencé par analyser les besoins en énergie actuels et futurs du centre de recherche, car une installation trop petite ou trop grande aurait entraîné des coûts supplémentaires. Finalement, le système comprend une petite turbine éolienne avec un rendement de 15 kilowatts et une installation solaire dont les composants sont fabriqués en Allemagne. En guise d'alimentation de secours, les ingénieurs ont installé un système de batteries et un générateur alimenté au diesel en cas d'urgence. L'utilisation d'énergies renouvelables a donc apporté



de réels bénéfices environnementaux, réduisant de manière significative les émissions de gaz à effet de serre et le bruit.

## Une logistique respectueuse de l'environnement

L'exécution du projet a été motivée par des considérations environnementales : les composants ont été transportés à partir de l'Allemagne – mis à part les tous derniers kilomètres – par fret ferroviaire. Ils étaient conditionnés dans un container qui, après avoir atteint le site, a été réutilisé en tant que sous-structure du petit container de contrôle et en tant qu'entrepôt et qu'atelier : une solution créative qui a permis une utilisation optimale des ressources, et respectueuse du concept écologique global. Le système hybride sur mesure est opérationnel depuis juin 2015.

### Données du système (hors réseau)

<i>Société :</i>	HEOS Energy GmbH
<i>Type d'éolienne :</i>	HEOS V15
<i>Onduleur (éolien) :</i>	Smart!Wind SW-10
<i>Capacité éolienne installée :</i>	15 kW
<i>Capacité PV :</i>	6,44 kWc
<i>Type de modules :</i>	Heckert Solar 230 Wc
<i>Onduleurs (PV) :</i>	SMA Sunny Island 6.0-11
<i>Batteries :</i>	Pb-Gel, 48 V
<i>Rendement annuel (éolien &amp; PV) :</i>	48.500 kWh
<i>Économies annuelles de CO<sub>2</sub> (éolien &amp; PV) :</i>	34 t
<i>Inauguration :</i>	30 juin 2015



## Inde

# Un accès intelligent et abordable à l'électricité verte

Des solutions d'énergie durables et fiables pour des villages isolés : voilà ce que fournissent les entreprises allemandes BOS et Fosera. Pour un projet de référence, elles ont choisi un village en Inde sans accès à l'électricité, Sarvantara dans l'Uttar Pradesh. Dans ce village d'environ 100 foyers, BOS a équipé plusieurs bâtiments avec des modules photovoltaïques, un système de stockage et un dispositif de surveillance. Chacune de ces stations d'énergie est reliée à 15 foyers ; les stations sont interconnectées et peuvent partager l'électricité.

L'électricité produite couvre les besoins fondamentaux en électricité des ménages. Les appareils à courant continu très efficaces de Fosera (des lampes LED et des ventilateurs) ont un faible niveau de consommation. Le système de stockage hybride, composé de batteries au lithium et de batteries au plomb, combine les avantages des deux types de batterie et assure une solution de stockage abordable à long terme. En outre, une pompe à eau alimentée

par l'énergie solaire a été installée pour permettre une irrigation sans CO<sub>2</sub> des champs voisins.

### Données du système (hors réseau)

<b>Sociétés :</b>	BOS Balance of Storage Systems AG et Fosera Solar-systems & Co.KgaG
<b>Capacité PV :</b>	4,5 kWc (réseau), 2,6 kWh (pompe)
<b>Type de modules :</b>	Solarnova, 24 V, 160 Wc Poly
<b>Tension d'exploitation :</b>	24 V
<b>Stockage hybride :</b>	BOS AG HS500 ion-lithium 656 Wh, Exide plomb 100 Ah
<b>Surveillance :</b>	SMA CLCON 10
<b>Rendement annuel (PV) :</b>	21.549 kWh
<b>Économies annuelles de CO<sub>2</sub> :</b>	21,5 t
<b>Inauguration :</b>	6 juin 2017



## Colombie

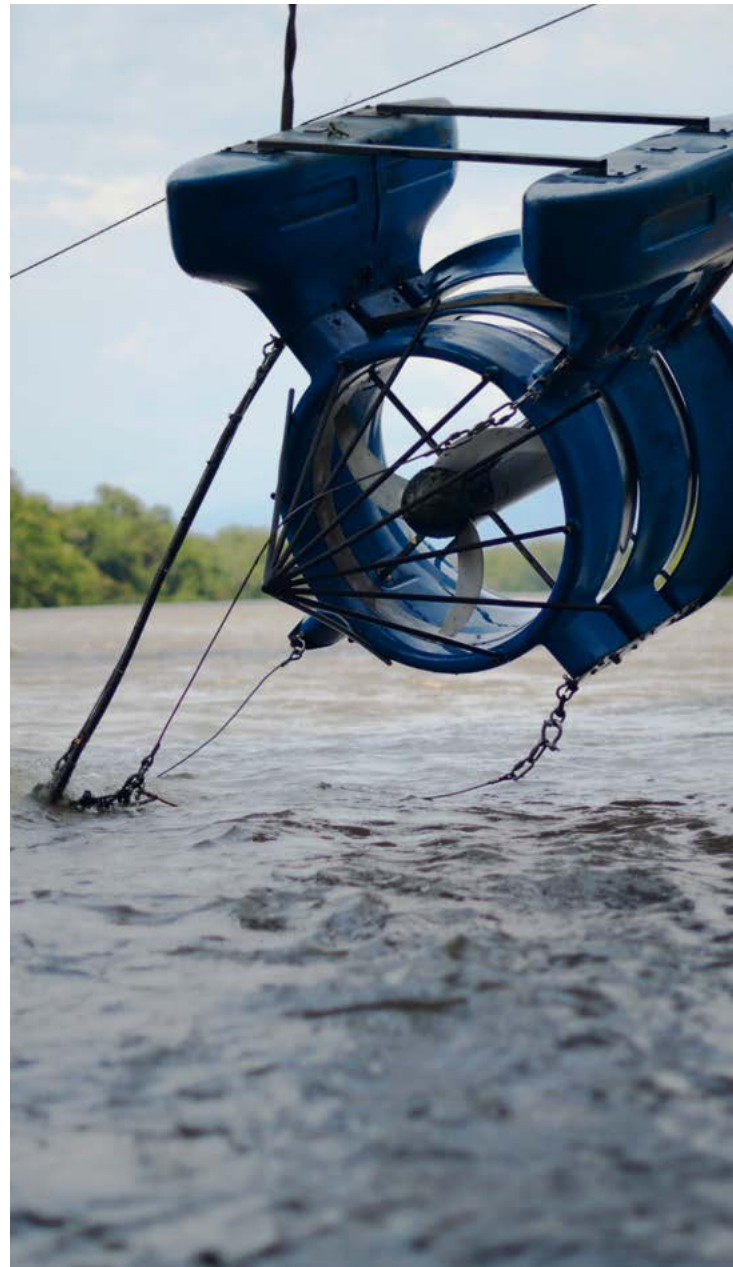
## Un système d'irrigation alimenté par l'énergie cinétique

Dans de nombreuses régions du monde, les exploitations agricoles sont situées le long des rivières. Bien que ces emplacements soient pratiques pour irriguer les cultures, ils sont souvent isolés et ne sont pas raccordés au réseau. Le fabricant de turbines allemand Smart Hydro Power a développé une solution d'énergie abordable pour ce scénario : une hydrolienne pour des charges de base. Ces turbines, qui utilisent l'énergie cinétique du courant du fleuve, ne nécessitent ni barrage ni autre infrastructure coûteuse et préjudiciable à l'environnement ; les cours d'eau restent dans leur état naturel.

En 2015, un projet pilote – composé d'une hydrolienne, de panneaux photovoltaïques et d'un groupe électrogène en guise d'alimentation de secours – a été installé à Neiva en Colombie. Grâce au nouveau système, les exploitants d'une rizière située au bord du fleuve Magdalena peuvent désormais réduire leur dépendance au gazole pour irriguer leurs champs.

### Données du système (hors réseau)

Société :	Smart Hydro Power GmbH
Capacité de la turbine :	5 kW puissance nominale à un débit de 2,8 m/s
Générateur :	générateur à aimants permanents
Onduleur :	TriStar MPPT-60-600V-48
Capacité PV :	2 kWc
Onduleur :	Studer XTM-400
Rendement annuel (PV) :	2.815 kWh
Pompe :	Pedrollo Hf-60 B
Économies annuelles de	
CO <sub>2</sub> (pompe + PV) :	11,5 t
Inauguration :	4 juillet 2015



## Inde

## Un projet thermosolaire dans une ville technophile



Une métropole indienne férue de technologie et deux hôtels sous un même toit qui se partagent les services publics, y compris l'eau chaude : pour l'entreprise allemande Bosch Solarthermie, c'était le cadre idéal pour installer un projet de référence et présenter son système hautement efficace de chauffage solaire de l'eau dans un marché en plein essor.

Installée à Marathahalli, une banlieue de Bangalore, sur le toit des hôtels Ibis et Novotel Bengaluru Techpark, la nouvelle solution de chauffe-eau solaire est la première dans son genre en Inde. Elle est conçue pour fournir de l'eau chaude à 60 °C pour approvisionner les 215 chambres, les buanderies et les cuisines des hôtels.

Grâce à la nouvelle solution sur mesure – 100 capteurs absorbant la chaleur du soleil pour chauffer 12.000 litres d'eau par jour – les hôtels ont pu diviser par deux leur consommation annuelle de gazole liée au chauffage de l'eau, et réduire leurs émissions annuelles de CO<sub>2</sub> de 30 tonnes, faisant ainsi de cette nouvelle installation thermosolaire un atout sur le plan économique et environnemental.

### Données du système (usage personnel)

<i>Société :</i>	<i>Bosch Solarthermie GmbH</i>
<i>Zone de surface des capteurs :</i>	<i>208 m<sup>2</sup></i>
<i>Capteurs :</i>	<i>Bosch Solar 3000 TF</i>
<i>Réservoir tampon :</i>	<i>6.000 l</i>
<i>Rendement annuel :</i>	<i>194,58 MWh</i>
<i>Économies annuelles de CO<sub>2</sub> :</i>	<i>30 t</i>
<i>Inauguration :</i>	<i>23 décembre 2014</i>



## Mexique

# Des onduleurs allemands très efficaces sous le feu des projecteurs

L'entreprise allemande Steca a utilisé ses nouveaux onduleurs pour des installations solaires raccordées au réseau dans des projets de référence au Mexique, où ces systèmes sont très populaires. Les onduleurs monophasés de Steca sont conçus pour injecter de l'électricité dans des réseaux électriques monophasés. Par ailleurs, ils sont très efficaces et faciles à installer, ils ont une longue durée de service et offrent de nombreuses options de surveillance pour les installations solaires.

Dans les États de Jalisco et de Morelos, plusieurs petites installations photovoltaïques raccordées au réseau et d'environ 10 kilowatts-crête démontrent la performance de la série d'onduleurs StecaGrid. La plus grande installation photovoltaïque a été conçue pour la maternelle de l'école allemande de Guadalajara. Une deuxième installation a été mise en place au centre national de recherche en électricité de Cuernavaca. Un système hybride photovoltaïque-éolien hors réseau met en avant la performance et l'effi-

cience d'une solution d'énergie durable pour les emplacements isolés.

### Données du système (raccordé au réseau)

<i>Société :</i>	<i>Steca Elektronik GmbH</i>
<i>Capacité PV :</i>	<i>10 kWc</i>
<i>Type de modules :</i>	<i>SUNSET PX 245/60, PX 250/60 et 140/36, Siemens PT-75</i>
<i>Onduleurs :</i>	<i>StecaGrid 2300, StecaGrid 3010, StecaGrid 3600</i>
<i>Régulateur de charge solaire :</i>	<i>Steca PR2020</i>
<i>Aérogénérateur :</i>	<i>Rutland FM910-4</i>
<i>Régulateur de charge éolien :</i>	<i>CA-11/46</i>
<i>Rendement annuel (PV) :</i>	<i>21,5 MWh</i>
<i>Économies annuelles de CO<sub>2</sub> :</i>	<i>35 t</i>
<i>Inauguration :</i>	<i>8 et 9 novembre 2014</i>

## Vietnam

# Une gestion intelligente et innovante de l'énergie : une vision pour l'avenir du secteur de l'eau

L'entreprise allemande Tilia est spécialisée dans les domaines de l'eau potable, des eaux usées, de l'énergie, de la gestion des déchets et des services environnementaux. Tilia aide principalement des services publics régionaux et locaux et des entreprises industrielles à améliorer leur efficacité et à renforcer leur compétitivité.

À Soc Trang dans le delta du Mékong, Tilia a installé un projet de référence, le premier dans son genre au Vietnam : une station de traitement de l'eau alimentée par l'électricité photovoltaïque. Tilia et la station d'épuration locale avaient déjà mené un projet commun de 2015 à 2017 pour optimiser la gestion des eaux usées de la ville. Fin 2017, elles ont élargi leur partenariat et conçu une installation photovoltaïque dotée d'un système de stockage d'énergie innovant. L'objectif était de couvrir 50 % des besoins en énergie de la station de traitement des eaux usées avec des sources d'énergie renouvelables.

La gestion intelligente et très efficace de l'énergie est au cœur du système, qui a été construit et inauguré en 2018 : une solution de stockage innovante maximise les économies d'énergie et minimise les coûts d'électricité et les atteintes à l'environnement. Le système de stockage de pointe peut être chargé de deux façons : la journée, quand le rayonnement solaire est élevé, mais que la consommation est faible, les batteries sont rechargées par l'énergie solaire. La nuit, quand les prix de l'électricité



sont bas, le système de stockage peut être rechargé par le réseau public. Par conséquent, la journée, quand les prix du réseau sont au plus haut, une grande partie de l'électricité nécessaire peut être fournie par les modules solaires et la batterie.

## Durabilité et innovation

Le secteur offre de nombreuses perspectives. En effet, non seulement l'optimisation de la gestion énergétique des stations d'épuration réduit les frais d'exploitation, mais elle augmente également la valeur de l'infrastructure. Les solutions technologiques efficaces sur le plan énergétique « made in Germany » peuvent donc contribuer à moderniser et à renforcer la durabilité et la rentabilité des stations d'épuration du monde entier.

### Données du système (raccordé au réseau)

<i>Société :</i>	<i>Tilia GmbH</i>
<i>Capacité PV :</i>	<i>28,8 kWc</i>
<i>Type de modules :</i>	<i>Q.Peak-G5 300</i>
<i>Onduleur :</i>	<i>SMA STP 25000 TL</i>
<i>Batteries :</i>	<i>BMZ ESS 9.0 Li-NCA, dans l'ensemble 20,4 kWh</i>
<i>Onduleurs à batteries :</i>	<i>Sunny Island 4.4M</i>
<i>Gestion de l'énergie :</i>	<i>Sunny Home Manager 2.0</i>
<i>Affichage :</i>	<i>Solarfox SF-300</i>
<i>Rendement annuel (PV) :</i>	<i>37,5 MWh</i>
<i>Économies annuelles de CO<sub>2</sub> :</i>	<i>23 t</i>
<i>Inauguration :</i>	<i>6 novembre 2018</i>



## Rwanda

# Plus de durabilité grâce à un concept flexible d'énergie

Dans les pays en développement rapide tels que le Rwanda, l'approvisionnement en électricité par le réseau est souvent instable et insuffisant. Beaucoup d'entreprises manufacturières locales dépendent donc leurs propres groupes électrogènes pour avoir de l'électricité supplémentaire, même si le gazole est coûteux et que les longues distances de transport causent encore plus d'atteintes à l'environnement.

OneShore Energy et son partenaire BayWa r.e. ont développé un système pour répondre aux exigences de l'un des principaux producteurs de thé du pays, Sorwathe Ltd. à Kinihira. Leur objectif était de concevoir une installation de référence pour l'énergie propre et l'efficacité. Une installation solaire sur mesure a été intégrée dans le réseau énergétique existant du site comprenant une alimentation sur secteur et plusieurs groupes électrogènes. Le nouveau système hybride photovoltaïque-diesel permet à Sorwathe de réduire considérablement

sa consommation électrique provenant des générateurs diesel et du secteur, et place l'innovation allemande sous le feu des projecteurs.

### Données du système (raccordé au réseau)

<i>Société :</i>	<i>OneShore Energy GmbH et BayWa r.e. renewable energy GmbH</i>
<i>Capacité PV :</i>	<i>50 kWc</i>
<i>Type de modules :</i>	<i>SolarWorld SW 260 poly</i>
<i>Sous-structure :</i>	<i>BayWa r.e. novotegra</i>
<i>Onduleurs :</i>	<i>SMA STP 35000 TL</i>
<i>Régulateur hybride :</i>	<i>DEIF Automatic</i>
<i>Surveillance :</i>	<i>OneShore Energy</i>
<i>Rendement annuel (PV) :</i>	<i>71.400 kWh</i>
<i>Économies annuelles de CO<sub>2</sub> :</i>	<i>22 t</i>
<i>Inauguration :</i>	<i>25 mars 2016</i>

## Japon

## Des copeaux de bois remplacent les énergies fossiles et nucléaire

Suite à l'accident des réacteurs de Fukushima, le Japon a dû repenser sa politique énergétique. Les subventions aux énergies renouvelables ont augmenté au niveau national et local.

À Teshiogawa Onsen, des sources thermales avec des installations de baignade sur l'île d'Hokkaido, l'eau préchauffée par l'énergie géothermique n'avait pas une température de baignade idéale. Par ailleurs, les bâtiments avaient besoin d'être chauffés.

Sur l'île densément boisée, des distances de transport courtes rendent l'utilisation de la biomasse, comme les copeaux de bois, particulièrement appropriée. Le fabricant de chaudières allemand Nolting et l'entreprise ECOS Consult ont donc conçu un système de chauffage au bois pour le spa. Avec une capacité de 350 kilowatts-heures, ce système garantit des températures agréables et crée une valeur régionale. Les copeaux de bois proviennent de l'environnement immédiat et les cendres sont utilisées localement comme engrais.

### Données du système

<i>Sociétés :</i>	<i>Nolting Holzfeuerungs- technik GmbH et ECOS Consult GmbH</i>
<i>Capacité :</i>	<i>350 kW</i>
<i>Chaudière à biomasse de bois :</i>	<i>Nolting LCS-RV 350</i>
<i>Volume du combustible :</i>	<i>516 t/a</i>
<i>Chaleur générée :</i>	<i>485.000 kWh/a</i>
<i>Économies annuelles de CO<sub>2</sub> :</i>	<i>163 t</i>
<i>Inauguration :</i>	<i>31 octobre 2014</i>





## Zimbabwe

# Une façon innovante, transparente et sûre de financer les installations solaires: la technologie « blockchain »

L'entreprise allemande maxx solar a développé un concept innovant qui permet aux entreprises et aux institutions dans les pays en développement de surmonter l'obstacle financier de l'investissement initial dans une installation solaire : pour rapprocher de manière transparente et simple les personnes avec de l'argent et les personnes qui veulent une installation photovoltaïque (PV), maxx a décidé d'avoir recours à la technologie « blockchain ».

Dans ce modèle, les systèmes PV sont connectés à un compteur intelligent qui enregistre la production d'électricité et la documente dans un protocole « blockchain ». Un « blockchain » est comparable à une mémoire collective sur Internet. La mémoire est enregistrée sur de nombreux ordinateurs différents. Chacun d'entre eux possède une copie complète, rendant ainsi une manipulation des enregistrements quasi impossible. Les participants au projet peuvent accéder aux informations en ligne, offrant ainsi un maximum de transparence pour les investisseurs et les donateurs, et garantissant un degré d'automatisation élevé de la gestion du projet.

Pour son projet phare, maxx a choisi le Zimbabwe, un pays où les transactions financières sont difficiles du fait d'une crise monétaire de longue date. L'entreprise allemande a installé un système PV doté d'une alimentation de secours sur batteries pour l'hôpital Karanda Mission. Pour améliorer les soins médicaux, l'hôpital





voulait réduire sa dépendance envers l’approvisionnement en électricité peu fiable du réseau, tout en réduisant ses coûts de gazole et ses factures d’électricité. En coopération avec Sunergy Zimbabwe, maxx a levé des fonds pour financer l’installation PV, certains sous forme de dons et une part plus petite sous forme d’investissements.

Les paiements mensuels de Karanda Mission pour l’électricité générée par l’installation PV sont partiellement utilisés pour l’exploitation et la maintenance. La maintenance, effectuée par un partenaire local expérimenté, garantit que le projet demeure approprié pour les investisseurs et les donateurs. Le restant des paiements d’électricité est transféré dans un fonds qui contribue à de futurs projets. Ainsi la durabilité est intégrée dans le modèle de financement.

#### **Données du système (hors réseau)**

<i>Société :</i>	<i>maxx   solar &amp; energie GmbH &amp; Co. KG</i>
<i>Capacité PV :</i>	<i>14,31 kWc</i>
<i>Type de modules :</i>	<i>REC Peak Energy 265 Wc</i>
<i>Sous-structure :</i>	<i>IBC Top Fix 200</i>
<i>Onduleurs :</i>	<i>Steca PI 1500</i>
<i>Batteries :</i>	<i>Hoppecke VL2-1370FC (OPzS)</i>
<i>Onduleurs à batteries :</i>	<i>Steca Solarix PLI5000-48</i>
<i>Affichage :</i>	<i>tablette avec données en direct</i>
<i>Rendement annuel (PV) :</i>	<i>23,5 MWh</i>
<i>Économies annuelles de CO<sub>2</sub> :</i>	<i>8,41 t</i>
<i>Inauguration :</i>	<i>19 octobre 2018</i>

## Ghana

## Les investissements verts, avantageux pour tous les acteurs



Dans les marchés émergents, lever des fonds pour des projets d'énergie solaire est souvent difficile. Les financements internationaux se concentrent sur les projets à grande échelle, tandis que les prêts locaux sont trop chers. L'investissement participatif peut permettre de combler cette pénurie de financement.

L'entreprise allemande ecoligo fournit une solution d'énergie solaire en tant que service entièrement financée, destinée aux entreprises. Grâce à une plateforme numérique complète et à ses bonnes relations d'affaires avec des fabricants allemands tels que SMA et Heckert Solar, ecoligo a pu mettre en œuvre des installations PV dans trois filiales de la Stanbic Bank, l'une des principales banques du Ghana.

Les installations à Dansoman, Kasoa et Tema, dotées de capacités de 20, 10 et 10 kilowatts-crête respectivement, couvrent 30 % des besoins en électricité des filiales.

**Données du système (3 systèmes, usage personnel)**

<b>Sociétés :</b>	ecoligo GmbH et SMA Sunbelt Energy GmbH
<b>Capacité PV :</b>	40 kWc au total
<b>Types de modules :</b>	Heckert Solar NeMo® 2,0 60 P 270 Wc
<b>Onduleurs :</b>	SMA Sunny Tripower 10000 TL
<b>Affichage :</b>	Solarfox SF-300 43"
<b>Surveillance :</b>	Meteocontrol gamme blueLog X / VCOM
<b>Rendement annuel (PV) :</b>	57.570 kWh
<b>Économies annuelles de CO<sub>2</sub> :</b>	27 t
<b>Inauguration :</b>	13 juillet 2018



## Philippines

# Réduire les coûts énergétiques en louant une installation solaire

Pour les entreprises gourmandes en électricité situées dans des pays dont les prix de l'énergie augmentent, il peut s'avérer avantageux de ne plus dépendre, du moins partiellement, du réseau électrique. Grâce au fort rayonnement solaire aux Philippines, les installations photovoltaïques (PV) constituent une solution idéale pour les entreprises qui préfèrent un approvisionnement en énergie moins coûteux et plus propre. L'entreprise allemande PV<sup>2</sup> Energie a développé un concept de location pour les entreprises qui veulent éviter des investissements de départ élevés : son offre inclut la conception individuelle d'une centrale solaire pour ses clients, et le financement, l'installation, et l'exploitation complets de celle-ci. Le locataire peut utiliser l'électricité produite par la centrale solaire et paye un loyer mensuel à PV<sup>2</sup> Energie.

Le premier projet de référence, un système PV de 500 kilowatts-crête, a été installé par PV<sup>2</sup> en 2017 sur

le toit d'un hall de production du fabricant de matelas en mousse coulée à froid, producteur de plastique et sous-traitant automobile Uratex, dans le Grand Manille.

### Données du système (usage personnel)

<i>Société :</i>	<i>PV<sup>2</sup> Energie GmbH</i>
<i>Capacité PV :</i>	<i>500 kWc</i>
<i>Type de modules :</i>	<i>Canadian Solar CS6P-265P</i>
<i>Sous-structure :</i>	<i>Creotecc &amp; développement interne de PV<sup>2</sup></i>
<i>Onduleurs :</i>	<i>SMA Sunny Tripower 20000TL-30 et 25000TL-30</i>
<i>Surveillance :</i>	<i>SMA Solar Cluster Controller CLCON 10</i>
<i>Rendement annuel (PV) :</i>	<i>665.000 kWh</i>
<i>Économies annuelles de CO<sub>2</sub> :</i>	<i>400 t</i>
<i>Inauguration :</i>	<i>25 avril 2017</i>



## Japon

# Un effort pour la longévité : l'échange de connaissances sur l'exploitation et la maintenance

En 2017, le Japon est devenu le troisième marché photovoltaïque (PV) au monde en termes de capacité installée, derrière la Chine et les États-Unis. 49 gigawatts sur 405 GW de capacité PV installée dans le monde se situaient alors au Japon, nécessitant des services spécifiques pour l'exploitation et la maintenance, sans lesquels une exploitation sans perturbations et un rendement maximal ne pourraient avoir lieu pendant tout le cycle de vie d'une installation PV.

Dès 2015, l'entreprise allemande ADLER Solar a identifié le Japon comme un marché prometteur pour exporter son expertise dans le domaine des services PV. Avec Yokohama Kankyo Design, ADLER Solar a créé la co-entreprise ADLER Solar Works pour renforcer sa présence en Asie. En tant que premier spécialiste des services PV sur le marché, ADLER Solar voulait montrer comment une exploitation et une maintenance qualifiées pouvaient optimiser la performance des centrales solaires sur 20 à 25 ans. Entre temps, ADLER Solar a profité des connaissances de son partenaire du marché local.

## Un centre de formation pour les spécialistes japonais

Un entrepôt à Yokohama, la deuxième ville du Japon, a été choisi pour héberger un centre de formation avec une centrale PV de référence spécialement conçue à des fins de formation. Les préparatifs ont commencé fin 2015 : des



concepts de formation adaptés aux besoins du marché japonais ont été développés et testés, pendant qu'une centrale PV sur mesure était conçue et installée.

Le nouveau centre de formation PV a été inauguré au printemps 2016 et, depuis lors, offre des opportunités de formation en matière d'exploitation et de maintenance au personnel d'ADLER Solar Works ainsi qu'à des spécialistes qui sont, par exemple, issus d'entreprises partenaires ou de sociétés clientes. Outre des cours théoriques sur le photovoltaïque, le programme met l'accent sur la formation pratique : la centrale PV raccordée au réseau inclut les types de module les plus couramment utilisés au Japon. Une station météorologique scientifique et un système de surveillance approfondi viennent compléter le nouvel équipement haut de gamme du centre de formation.

#### **Données du système (raccordé au réseau)**

<i>Société :</i>	<i>ADLER Solar GmbH</i>
<i>Capacité PV :</i>	<i>16,61 kWc</i>
<i>Types de modules :</i>	<i>Tetra Sun 300, REC 275 Twin Peak, Solar World 260 plus, First Solar 4100</i>
<i>Onduleurs :</i>	<i>SMA SunnyBoy 4500-Jp-22</i>
<i>Surveillance :</i>	<i>Solar Log 200 PM</i>
<i>Station météorologique équipée de :</i>	<i>pyranomètres, capteurs de température et cellules de référence</i>
<i>Rendement annuel (PV) :</i>	<i>16,47 MWh</i>
<i>Économies annuelles de CO<sub>2</sub> :</i>	<i>4,43 t</i>
<i>Inauguration :</i>	<i>30 mai 2016</i>



## Ouzbékistan

# Un transfert de technologie et de connaissances vers l'Asie centrale

L'Ouzbékistan dispose d'un énorme potentiel pour les projets photovoltaïques (PV) ; avec presque 300 jours d'ensoleillement par an, son exposition solaire est comparable à celle de l'Espagne. Cependant, comme l'économie du pays est encore dominée par les combustibles fossiles, sa transition énergétique en est encore à ses balbutiements. Il s'agit là d'une opportunité pour exporter « l'Energiewende » allemande vers l'Asie centrale, opportunité qu'ont su saisir les entreprises PRETHERM Solutions et BAE Batterien.

Les projets avec des établissements de recherche ont un effet multiplicateur crucial pour la transition énergétique globale. Le partenariat de PRETHERM et de BAE avec l'université technique d'État de Tachkent leur a permis d'installer une centrale PV avec une alimentation de secours sur batteries sur un site favorisant la recherche et le développement. Cette installation PV offre à une nouvelle génération d'ingénieurs la possibilité de se former dans le domaine de la production d'électricité à partir de

sources d'énergie renouvelables et du stockage de l'énergie, avec des technologies de pointe tels que des modules PERC (Passivated Emitter Rear Cell).

### Données du système (usage personnel)

<i>Sociétés :</i>	<i>PRETHERM Solutions GmbH et BAE Batterien GmbH</i>
<i>Capacité PV :</i>	<i>17,4 kWc</i>
<i>Type de modules :</i>	<i>Meyer Burger FS Sky 290 Wc</i>
<i>Onduleurs :</i>	<i>SMA Tripower 2000TL-30</i>
<i>Batteries :</i>	<i>BAE 6PVV 660</i>
<i>Onduleurs à batteries :</i>	<i>SMA Sunny Island S14.4M-11</i>
<i>Rendement annuel :</i>	<i>26,72 MWh</i>
<i>Économies annuelles de CO<sub>2</sub> :</i>	<i>17 t</i>
<i>Inauguration :</i>	<i>23 septembre 2016</i>

## Brésil

## Un parc éolien bien conçu : comment augmenter les rendements

Lorsqu'on commence à développer un parc éolien, il est vital de connaître précisément les conditions de vent du site du projet. La vitesse et la direction du vent sont traditionnellement mesurées avec des capteurs mécaniques. Pour évaluer son profil et sa vitesse, il faut extrapoler, ce qui engendre des incertitudes considérables.

C'est pourquoi BBB Umwelttechnik voulait présenter ses derniers développements techniques, des capteurs à distance ultra-précis tels que le système LiDAR (Light Detection And Ranging), sur le marché éolien brésilien en plein essor. Afin de diffuser ses connaissances, BBB a établi un partenariat avec l'université de São Paulo. Dans le cadre d'un pôle de recherche sur l'énergie éolienne, un système LiDAR mis à disposition a permis aux ingénieurs et aux étudiants d'améliorer les prévisions, d'optimiser les conceptions de projet et de développer leur expertise dans l'évaluation du vent en tant que ressource.

### Données du système

Société :	Ramboll GmbH, autrefois BBB Umwelttechnik GmbH
Plage de mesure du vent :	40 – 200 m, 12 hauteurs programmables
Taux d'échantillonnage des données :	1 s
Précision de la vitesse :	0,1 m/s
Plage de vitesse :	0-60 m/s
Précision de la direction :	2°
Taille, valise de transport incluse :	685 x 745 x 685 mm, 75 kg
Inauguration :	9 juin 2015





## Chili

# Le tourisme écologique dans les régions hors réseau : réduire les émissions, les frais de gazole et le bruit

Le désert d'Atacama, une région de plus de 100.000 kilomètres carrés avec le rayonnement solaire le plus élevé au monde, fait partie des trois principales destinations touristiques du Chili. Il accueille déjà plusieurs grandes centrales solaires, mais seulement quelques systèmes innovants conçus pour l'autoconsommation ou pour des installations touristiques.

C'est précisément la raison pour laquelle les entreprises allemandes KRAFTWERK Renewable Power Solutions et QINOUS ont voulu se présenter sur ce marché avec un système hybride photovoltaïque (PV)-diesel sur mesure muni d'un stockage intelligent sur batteries ion-lithium.

Leur client, Tierra Atacama Hotel & Spa, est situé loin du réseau électrique. Sa direction avait déjà accumulé une expérience considérable dans l'utilisation des énergies renouvelables, depuis que KRAFTWERK leur avait installé un petit système PV hybride en 2013. Quatre ans plus tard, la centrale électrique a été complétée avec une capacité PV de 133 kilowatts-crête et une capacité de stockage sur batteries ion-lithium de 335 kilowatts-heures.

## Un logiciel chargé de l'équilibre de trois sources d'énergie

Le cœur du système, qui couvre l'intégralité des besoins énergétiques de l'hôtel le jour, consiste en une solution logicielle qui contrôle la centrale PV élargie, le stockage





sur batteries et les groupes électrogènes. Une gestion intelligente des divers composants du système permet à l'hôtel de couper ses groupes électrogènes la journée durant huit à neuf heures, et la nuit durant plusieurs heures. Cet investissement, disposant d'une période d'amortissement de six ans, réduit considérablement les coûts d'achat de gazole, les émissions de gaz à effet de serre et le bruit ; pour un hôtel de luxe, il s'agit là d'avantages significatifs.

L'inauguration du projet pilote en octobre 2017 a été un véritable succès. Non seulement le système hybride a fait l'objet d'une grande attention politique et médiatique ; il a aussi servi de base pour le développement futur des activités des deux entreprises allemandes : peu de temps après, plusieurs groupes d'hôtel leur ont demandé des offres individuelles.

#### **Données du système de l'extension de la centrale (hors réseau)**

<b>Sociétés :</b>	<i>KRAFTWERK RPS GmbH et QINOUS GmbH</i>
<b>Capacité PV :</b>	<i>133 kWc</i>
<b>Type de modules :</b>	<i>Astroenergy ASM6610P, 270 Wc</i>
<b>Onduleurs :</b>	<i>SMA Sunny Tripower</i>
<b>Système de batteries :</b>	<i>QINOUS ESS QCompact L, 180 kW/335 kWh</i>
<b>Batteries :</b>	<i>batteries ion-lithium, Samsung SDI Mega E2</i>
<b>Rendement annuel (PV) :</b>	<i>286 MWh</i>
<b>Économies annuelles de CO<sub>2</sub> :</b>	<i>340 t</i>
<b>Inauguration :</b>	<i>13 octobre 2017</i>



## Philippines

# De l'énergie durable pour des destinations rêve

À environ dix degrés au nord de l'équateur, entre la mer occidentale des Philippines et la mer de Sulu, la province philippine de Palawan est un joyau mondial rare et une destination attrayante pour un nombre croissant d'écotouristes nationaux et internationaux. La réduction de la consommation de gazole et la création d'une source d'énergie durable, écologique et abordable sont essentielles pour répondre aux besoins économiques de la capitale, Puerto Princesa, et pour protéger l'écosystème florissant.

Pour aider la province de Palawan à atteindre son objectif ambitieux de couvrir la totalité de ses besoins en électricité produite à partir de sources d'énergie renouvelables, les entreprises allemandes vis solis et Solmotion ont développé un projet phare dans la capitale : le toit du complexe de l'hôtel de ville de Puerto Princesa nouvellement construit, un toit-terrasse en acier de 500 mètres carrés donnant sur le port, a été équipé d'une installation photovoltaïque. L'installation de 78 kilowatts-crête réduit les

coûts énergétiques de l'hôtel de ville d'environ 20 pour cent et ses émissions de CO<sub>2</sub> de plus de 70 tonnes par an.

### Données du système (usage personnel)

<b>Sociétés :</b>	<i>vis solis GmbH et Solmotion GmbH</i>
<b>Capacité PV :</b>	<i>78 kWc</i>
<b>Type de modules :</b>	<i>Astroenergy ASM6610P-260 W Poly</i>
<b>Sous-structure :</b>	<i>Schletter Rapid2 FixT-System</i>
<b>Onduleurs :</b>	<i>SMA Tripower 20000 TL Economic Excellence</i>
<b>Surveillance :</b>	<i>Meteocontrol</i>
<b>Rendement annuel (PV) :</b>	<i>105 MWh</i>
<b>Économies annuelles de CO<sub>2</sub> :</b>	<i>71,4 t</i>
<b>Inauguration :</b>	<i>24 avril 2015</i>

## Kenya

## Des solutions hors réseau pour un camp de safari luxueux

De nombreux camps de brousse dans les réserves naturelles veulent attirer les touristes en proposant des pratiques de conservation durables ainsi qu'un séjour confortable. L'utilisation de groupes électrogènes comme principale source d'électricité n'entre pas dans ce concept. Le camp de brousse Ol Pejeta au centre du Kenya a réussi à trouver un partenaire pour concevoir un concept d'énergie durable : SUNSET Energietechnik a développé une solution complète utilisant diverses technologies. Un système photovoltaïque avec un stockage sur batteries approvisionne les tentes des touristes en électricité. En outre, le camp de brousse a été équipé d'un approvisionnement en eau chauffée par l'énergie solaire : le système de pompe à pression intégré et l'électricité thermo-solaire permettent même des douches chaudes après de longues journées de safari. Un système hybride solaire et éolien contribue au confort en alimentant les réfrigérateurs, les congélateurs et autres appareils électriques.

**Données du système (hors réseau)**

<b>Société :</b>	<i>SUNSET Energietechnik GmbH</i>
<b>Capacité PV :</b>	<i>30 kWc au total</i>
<b>Type de modules :</b>	<i>Sunset PX 106-6, PX 30/55</i>
<b>Onduleurs :</b>	<i>SUN3 Grid 5000-02, 3000-02</i>
<b>Système de chauffage solaire :</b>	<i>SUNblue 21</i>
<b>Batteries :</b>	<i>Hoppecke solar.bloc power.com</i>
<b>Onduleurs à batteries :</b>	<i>SUNisland Xtender XTH 8000-48</i>
<b>Aérogénérateur :</b>	<i>Rutland WH 914i</i>
<b>Économies annuelles de CO<sub>2</sub> :</b>	<i>34,28 t</i>
<b>Inauguration :</b>	<i>11 octobre 2016</i>



## Deutsche Energie-Agentur (dena)

La Deutsche Energie-Agentur (dena) – l'agence allemande de l'énergie – constitue le centre d'expertise compétent en matière d'efficacité énergétique, d'énergies renouvelables et de systèmes énergétiques intelligents. En tant qu'agence pour la transition énergétique, nous participons aux efforts pour atteindre les objectifs des politiques sur l'énergie et le climat en développant et en mettant en place des solutions à l'échelle nationale et internationale. À ces fins, nous rassemblons les partenaires politiques et économiques, tous secteurs confondus. Les associés de la dena sont la République fédérale d'Allemagne et le groupement bancaire KfW.

[www.dena.de/en](http://www.dena.de/en)

## Initiative d'exportation d'énergie

Le transfert d'expertise en matière d'énergie, la promotion du commerce extérieur et la facilitation de la coopération au développement international font partie des objectifs de l'initiative d'exportation d'énergie, qui est coordonnée et financée par le ministère fédéral allemand de l'Économie et de l'Éner-

gie. Cette initiative offre des opportunités commerciales et de networking en Allemagne et à l'étranger, elle met en avant des projets de référence et encourage les échanges de savoir-faire. [www.german-energy-solutions.de/en](http://www.german-energy-solutions.de/en)

## Programme dena RES

Le programme pour les énergies renouvelables de la dena a été développé par la Deutsche Energie-Agentur (dena) – l'agence allemande de l'énergie. Ce programme, soutenu par le ministère fédéral allemand de l'Économie et de l'Énergie dans le cadre de l'initiative d'exportation d'énergie, aide des entreprises allemandes du secteur des énergies renouvelables à accéder à de nouveaux marchés. Dans le cadre de ce programme, des projets de référence et de démonstration sont installés en coopération avec de prestigieuses institutions. L'installation est accompagnée de programmes complets de relations publiques, de marketing et de formation. Ces projets illustrent la qualité de pointe des technologies allemandes d'énergies renouvelables et aident les entreprises participantes à s'implanter dans de nouveaux marchés.

[www.german-energy-solutions.de/en/res](http://www.german-energy-solutions.de/en/res)

### Éditeur

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) –  
Agence allemande de l'énergie  
Chausseestrasse 128 a, 10115 Berlin, Allemagne  
Tel: +49 (0)30 66 777-0  
Fax: +49 (0)30 66 777-699  
Email: [info@dena.de](mailto:info@dena.de)

### Contact

Gabriele Eichner  
Chef d'équipe, Projets pilotes internationaux  
Énergies et mobilité renouvelables  
Tel: +49 (0)30 66 777-714  
Email: [eichner@dena.de](mailto:eichner@dena.de)  
[res@dena.de](mailto:res@dena.de)

### Date de publication 2018

Tous droits réservés – Utilisation sur autorisation de la dena.