



SOLAR THERMAL ELECTRICITY

GLOBAL OUTLOOK 2016

EXECUTIVE SUMMARY

This type of solar thermal power has an inexhaustible energy source, proven technology performance, and it is environmentally safe. It can be generated in remote deserts and transported to big populations who already have power supply problems. So what are we waiting for?



Image: Crescent Dunes, 10,347 tracking mirrors (heliostats), each 115.7 square meters, focus the sun's energy onto the receiver ©SolarReserve

Foreword

This is the 4th joint report of the European Solar Thermal Electricity Association (ESTELA), Greenpeace International and SolarPACES since 2003.

Just before the last edition was published in 2009, the annual market volume for STE hit the one billion US dollar mark. By the end of 2015, the sector concluded nearly a decade of strong growth. Whilst the installed capacity of STE in 2006 was only 0.5 GW, it has increased by a factor of 10 to almost 5 GW today.

The STE sector is now on a steady development pathway towards double digit GW capacity within the next 5 years, establishing a solid base for future growth. Especially for the firm supply of dispatchable power, for water purification and desalination purposes and for industrial process heat needs, STE technologies are in high demand and offer specific technical advantages.

We are delighted to see STE on a solid growth pathway and poised to establish itself as a third big player in the new “sustainable power generation industry”. With the potential for cost curves to decline significantly, STE has the potential to be economically viable in sunny regions across the world.

Although the sector experienced challenges due to political instability in key markets and strong competition with other renewable energy technologies – especially photovoltaic – the authors of this report are confident that solar thermal electricity is key to achieve a 100% renewables share by 2050 in a wise mix with other renewables. Bearing in mind that fighting climate change is among the most important tasks of mankind today, it is essential that the power generation sector becomes virtually CO₂ free by 2050.

Greenpeace developed a global energy vision – the Energy (R)evolution scenario – which provides a practical blueprint for rapidly cutting energy-related CO₂ emissions in order to help ensure that greenhouse gas emissions peak and then fall by 2020. This can be achieved whilst ensuring economies in China, India and other developing nations have access to the energy that they need in order to develop and STE plays an important role especially in this context.

The Global Solar Thermal Electricity Outlook 2016 goes one step further. Whilst the moderate STE market scenario is in line with the Energy (R)evolution scenario, the advanced scenario shows that this technology has even more to offer.

Globally, the STE industry could employ by 2030 as many as 2.7 million people whose job will be to take up a new role in fighting climate change and deliver up to 12% of the world’s electricity by 2050.

This is an inspiring vision not just for our political leaders, in light of the truly historic Paris Agreement agreed by 195 countries at the COP21 climate conference in December 2015, but also millions of citizens around the world: STE technology can indeed contribute to boosting local economies, providing reliable energy supply and most importantly, reducing CO₂ emissions by a significant amount in order to limit global temperature increase to 1.5°C. The climate clock is ticking and there’s no time to waste. To achieve zero emissions by 2050, we must act now and set ambitious goals on RES shares in the energy mix, aiming at legally binding targets to fast-track the switch from fossil fuels to renewable.



Dr. Sven Teske
Greenpeace International



Dr. Luis Crespo
President of ESTELA



Dr. Christoph Richter
Executive Secretary IEA
SolarPACES

Avant-propos

Ce document est le 4^{ème} rapport conjoint réalisé par l'Association Européenne pour la Promotion de l'Electricité Solaire Thermique (ESTELA), Greenpeace International et SolarPACES depuis 2003.

Peu avant la publication de notre dernier rapport en 2009, le marché de l'énergie solaire thermique avait atteint 1 milliard de dollars. Le secteur achève presque une décennie de croissance forte et continue en cette fin 2015. En effet, la capacité des installations d'énergie solaire thermique a été multipliée par 10, passant de 0,5 GW à presque 5 GW aujourd'hui.

Le secteur de l'énergie solaire thermique est en pleine expansion, et consolide ses bases pour une croissance future. Les technologies de l'énergie solaire thermique sont très demandées et proposent des avantages techniques spécifiques, notamment pour la redistribution de l'énergie, la purification et la désalinisation de l'eau et les procédés industriels gourmands en chaleur.

Nous sommes ravis de voir l'énergie solaire thermique prendre le chemin d'une croissance solide, en route pour devenir le 3^{ème} acteur majeur dans le nouveau secteur de « la production d'énergie durable ». Avec des coûts en baisse constante, l'énergie solaire thermique a le potentiel de devenir économiquement viable dans toutes les régions du monde dotées d'un bon niveau d'ensoleillement.

Malgré les défis imposés par l'instabilité politique dans des marchés clés ainsi et par une forte concurrence avec d'autres secteurs d'énergie renouvelable, le photovoltaïque en particulier, les auteurs de ce rapport sont certains que l'énergie solaire thermique reste essentiel à la réalisation de l'objectif de 100% d'énergies renouvelables en 2050, grâce à un savant mélange avec d'autres technologies. La lutte contre le changement climatique étant l'un des devoirs les plus importants de l'humanité aujourd'hui, il est impératif pour le secteur énergétique de s'affranchir presque entièrement du CO₂ d'ici 2050.

Greenpeace a développé une vision énergétique globale, le Scénario de la Transition Énergétique

(Energy (R)evolution); un guide pratique pour réduire rapidement les émissions de CO₂ liées à la production d'énergie, afin que les rejets de gaz à effet de serre atteignent leur maximum puis retombent avant 2020. Ceci est possible en faisant en sorte que les économies de pays émergents, tels que la Chine ou l'Inde, aient accès à l'énergie dont elles ont besoin pour leurs développements et en donnant un rôle important à l'énergie solaire thermique dans ce contexte.

Le rapport sur les Perspectives Globales de l'Énergie Solaire Thermique 2016 (The Global Solar Thermal Electricity Outlook 2016) va encore plus loin. Tandis que les scénarios modérés concernant le marché de l'énergie solaire thermique sont en accord avec celui de la Transition Énergétique, les scénarios plus avancés montre que cette technologie peut offrir encore plus.

Globalement, l'industrie de l'énergie solaire thermique pourrait créer jusqu'à 2,7 millions d'emplois d'ici 2030, prenant ainsi une nouvelle place dans la lutte contre le changement climatique et atteignant une part de 12% dans la production mondiale d'électricité avant 2050.

Cette perspective est une source d'inspiration non seulement pour nos dirigeants politiques dans la continuité de l'accord historique de Paris, entre les 195 pays ayant participé à la conférence sur le climat, la COP 21, en décembre 2015, mais aussi pour des millions de citoyens à travers le monde: l'énergie solaire thermique peut effectivement donner un coup de pouce aux économies locales en fournissant une énergie fiable et surtout en réduisant les rejets de CO₂ de manière significative dans la perspective de limiter le réchauffement global à 1,5°C. L'horloge climatique tourne et il n'y a pas de temps à perdre. Afin de parvenir à « zéro émission » en 2050 nous devons agir maintenant et définir des cibles ambitieuses concernant la part des ressources renouvelables dans le mix énergétique. Nous avons besoin d'objectifs juridiquement contraignants pour accélérer la transition de l'énergie fossile vers l'énergie renouvelable.



Dr. Sven Teske
Greenpeace International



Dr. Luis Crespo
Président, ESTELA



Dr. Christoph Richter
Secrétaire, IEA SolarPACES

تمهيد

هذا التقرير هو الرابع الذي تصدره الجمعية الأوروبية للكهرباء الشمسية الحرارية («إستيلا») وغرينبيس الدولية ومنظمة الطاقة الشمسية وأنظمة الطاقة الكيمائية «سولار بيسز» معاً منذ 2003.

قبل نشر النسخة السابقة من التقرير في 2009 بلغ حجم السوق السنوي للطاقة الشمسية الحرارية حافة المليار دولار أمريكي. مع نهاية 2015 اختتم القطاع مرحلة نمو كبير استمرت حوالي عقد من الزمن. ففيما لم تتجاوز القدرة الاسمية للطاقة الشمسية الحرارية 0,5 جيجاواط في 2006، شهدت ارتفاعاً هائلاً لتصل اليوم إلى حوالي 5 جيجاواط في 2015.

حالياً يشهد قطاع الطاقة الشمسية الحرارية نمواً مستقراً نحو قدرة من عشرين في السنوات الخمس المقبلة، ليشكل أساساً متيناً لنمو مستقبلي. فعلى مستويات الامداد الثابت بالطاقة القابلة للتوزيع، وتكرير وتحلية المياه، وتوليد الحرارة من أجل العمليات الصناعية، تشهد تكنولوجيات الطاقة الشمسية الحرارية طلباً مرتفعاً كما انها توفر مزايا تقنية محدّدة.

يسعدنا أن نشهد تقدّم الطاقة الشمسية الحرارية بثبات على طريق النمو واتجاه القطاع إلى احتلال المرتبة الثالثة بين كبار اللاعبين في «صناعة توليد الطاقة المستدامة» الجديدة. ومع امكانات هبوط منحنيات التكاليف بشكل كبير فقد تصبح الطاقة الشمسية الحرارية قابلة للحياة اقتصادياً في المناطق المشمسة حول العالم.

بالرغم من التحديات التي شهدها القطاع نتيجة الاضطرابات السياسية في أسواق رئيسية والمنافسة الكبرى من تكنولوجيات متجدّدة أخرى، لا سيما الفوتوفولطائيات، يؤكّد واضعو هذا التقرير على الحاجة إلى الدور المحوري الذي ستلعبه الكهرباء الشمسية الحرارية للوصول إلى 100% طاقة متجدّدة مع العام 2050، بالتآلف مع طاقات متجدّدة أخرى. ومع الأخذ في الاعتبار أن مكافحة تغيّر المناخ هي إحدى أهمّ مهامّ البشرية اليوم، من الضروري تجريد قطاع توليد الطاقة من ثاني أكسيد الكربون بالكامل تقريباً مع العام 2050.

صاغت غرينبيس رؤية شاملة للطاقة أوضحتها في تقريرها «سيناريو ثورة الطاقة» الذي يطرح خطة عمل لتخفيض سريع لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون المرتبطة بالطاقة وضمان بلوغ غازات الدفيئة المنبعثة حدها الأقصى وبدء تراجعها في 2020. ويمكن تحقيق ذلك مع ضمان حصول اقتصادات الصين والهند وغيرهما من الدول النامية على كمية الطاقة اللازمة للنمو، حيث تلعب الطاقة الشمسية الحرارية دوراً مهماً في هذا الإطار بالذات.

ويذهب تقرير «المشهد العالمي للكهرباء الشمسية الحرارية 2016» أبعد من ذلك. ففيما يتماشى سيناريو سوق الكهرباء الشمسية الحرارية المعتدل مع سيناريو ثورة الطاقة، يثبت السيناريو المتقدم أن هذه التكنولوجيا لديها أكثر بكثير لتقدّمه.

عالمياً يمكن أن توظّف صناعة الكهرباء في العام 2030 ما قد يصل إلى 7,2 ملايين شخص، يتولون دوراً جديداً في مكافحة تغيّر المناخ لتوفير حوالي 12% من كهرباء العالم مع حلول 2050.

هذه الرؤية ملهمة فعلاً، ليس فحسب بالنسبة إلى القادة السياسيين على ضوء اتفاق باريس التاريخي الذي أبرمته 195 دولة في مؤتمر الأطراف الـ21 للمناخ في كانون الأول/ديسمبر 2015، بل كذلك لملايين السكان حول العالم. فتكنولوجيا الكهرباء الشمسية الحرارية يمكن أن تساهم في تعزيز الاقتصادات المحلية وتوفير إمداد موثوق من الطاقة، وبالطبع في تقليص كبير لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون في سبيل منع ارتفاع الحرارة الشامل أكثر من 1,5 درجات مئوية. ساعة المناخ تدقّ والوقت ثمين. بالتالي، كي تتمكن من وقف الانبعاثات بالكامل مع العام 2050 علينا التحرك فوراً لتحديد أهداف جريئة على مستوى حصص أنظمة الطاقة المتجدّدة في خليط الطاقة المعتمد، مع السعي إلى أهداف ملزمة قانوناً لتسريع الانتقال من الطاقة الأحفورية إلى المتجدّدة.

Sven Tesler

د. سفين تيسك
غرينبيس الدولية

Luigi

د. لويس كريسبو
رئيس «إستيلا»

C. Keller

د. كريستوف ريشتر
أمين السرّ التنفيذي في «سولار بيسز»
الوكالة الدولية للطاقة

Executive Summary

What is Solar Thermal Electricity?

Solar Thermal Electricity, also known as concentrating solar power, produces heat or generates electricity by using mirrors to concentrate the sun's rays to a temperature typically between 400°C and 1000°C. There are a variety of mirror shapes, sun-tracking methods and ways to provide useful energy, but they all work under the same principle: driving a heat engine, usually a steam turbine, to generate electricity that can then be fed into the grid. The capacity of solar thermal power plants in operation today ranges between several MW and 400 MW, but could be larger still. Unlike photovoltaic installations, STE does not make sense at the level of distributed generation but at a large system scale. STE specifically can be integrated with thermal storage or in hybrid operation, offering firm capacity and dispatchable power on demand. This allows STE to balance, at a lower cost, CO₂-free intermittent energy sources, such as wind. STE is able to meet both peak and baseload demand.

STE is a carbon-free source of electricity that is best suited to areas in the world with strong irradiation: Southern Europe, Northern Africa and the Middle East, South Africa, parts of India, China, Southern USA and Australia.

What will be the size of the market?

In the last ten years, STE has expanded rapidly from a newly introduced technology to become a reliable, energy generation solution. However, by the end of 2015, only 4.9 GW of solar thermal electricity projects were operational worldwide. The projects under construction at the time of writing will add at least another 300 MW over the next two years. These projects are located mostly in South Africa, India, the Middle East and Morocco.

The potential for STE to meet global electricity demand is far greater. Our analysis based on the Advanced scenario assumptions shows that concentrating solar power could meet up to 12% of the world's projected power needs in 2050.

Even under the Moderate scenario assumptions for future market development, the combined solar thermal power capacity worldwide would amount to approximately 20 GW by 2020 and 800 GW by 2050, with the deployment of 61 GW/yr. This would represent around 5% of

global demand in 2050.

What are the benefits?

For this study, Greenpeace used a model to generate scenarios based on a Reference scenario or "business as usual" for world governments, as well as Moderate and Advanced scenarios based on realistic policies to support development of this clean, renewable technology. Under the Moderate scenario, the countries with the most sun resources, together, could:

- ▶ Create over €16 billion investment in 2020,¹ peaking at €162 billion in 2050;
- ▶ Create more than 70,000 jobs by 2020, and about 938,000 jobs in 2050; and
- ▶ Save 32 million tonnes of CO₂ annually in 2020 and rising to 1.2 billion tonnes in 2050.

To put the emission reduction figures in perspective, the CO₂ generated by China alone was 10.5 billion tonnes in 2013 while Germany's emissions amounted to 767 million tonnes. A recent report² estimated that global CO₂ emissions from fossil fuel use were 32.2 billion tonnes in 2013 – reaching a record high, which is 56.1% above the emission level in 1990 and 2.3% above 2012. In other words, at current rates, we will use up the remaining so-called "carbon budget" in the next 30 years and be unable to limit global temperature increases to 2°C.

In the light of the Paris Agreement, agreed by nearly 200 countries across the world, we urgently need to revise current EU and national targets in order to achieve the goal of limiting global temperature increase to 1.5°C. The EU's 2030 climate and energy goals, e.g. a 40% emission reductions by 2030 compared to the 1990 level, simply will not get us there. Only a stronger emissions target in line with the rapid decarbonisation of the energy sector and a higher share of renewable energy consumption will make this goal achievable.

A strong STE deployment programme, ensuring a STE market volume of around 30 GW per year,

¹ About US\$ 18.4 billion in 2020 (exchange rate €1= US\$ 1.15).

² IEA, 2015 preliminary edition, *CO₂ Emissions from Fuel Combustion*.

could avoid the need for new fossil fuel power plants and replace decommissioned fossil fuel power plants. In this way, STE technologies would strongly contribute to the reduction of global CO₂ emissions. STE dispatchability capabilities would also enable a further reduction in emissions by allowing increased penetration of intermittent renewable energy technologies in a reliable and affordable way.

For about 5% of the global investment in energy infrastructure of €158-186 billion each year, STE is a technology that can contribute to a “New Green Deal” for the economy.

What will determine the cost reduction curve reductions?

Costs for STE have already declined but further reductions are possible. The primary factor affecting the cost of STE is market volume. Just as with any other energy technology, costs come down along a solid deployment programme based on a political decision to establish a technology. Such a political decision leads to a positive investment climate with preferential financing conditions and/or tax and investment incentives. This will also create the conditions for progressively bringing to market innovative solutions that will, in turn, further reduce costs and increase business opportunities beyond the electricity sector in countries that decide to launch such programmes.

What kinds of measures are needed to increase deployment of STE?

In the last ten years, some national government decisions had boosted STE, triggering today's growth in installations worldwide. At the same time, the European market came to a screeching halt after Spain implemented extremely detrimental and retrospective changes to its solar market. Despite this, Spain remains the global market leader for STE, with almost half of STE capacity, 2.3 GW, installed in that country alone.

The measures needed to make solar thermal electricity work are:

- ▶ Financial incentives and national targets: such as a guaranteed sale price for electricity, feed-in-tariffs, renewable portfolio standards or preferential loan programs that apply to solar thermal electricity technologies as well as schemes that put a price on carbon emissions either through cap-and-trade systems or carbon taxes.
- ▶ Installation of new electricity transfer facilities and market mechanisms between nations and continents through the appropriate infrastructure and political and economic arrangements, so solar thermal energy can be moved from the best production sites to areas of high demand.
- ▶ Stable, long-term support for research and development to fully exploit the potential for further technology improvements and cost reduction.

With these key measures foundations in place, STE would be set to take its place as an important part of the world's energy mix.

Table 1: Annual and cumulative CO₂ savings from STE Scenarios

	2015	2020	2030	2040	2050
CO ₂ Savings in million tonnes					
Reference (Current Policy)					
Annual CO ₂ savings	9	17	43	86	143
Cumulative CO ₂ savings	25	93	390	1,025	2,197
Moderate					
Annual CO ₂ savings	9	35	212	653	1,251
Cumulative CO ₂ savings	1,390	1,499	2,595	6,983	16,657
Advanced					
Annual CO ₂ savings	9	67	580	1,564	2,772
Cumulative CO ₂ savings	1,390	1,566	4,431	15,445	37,465

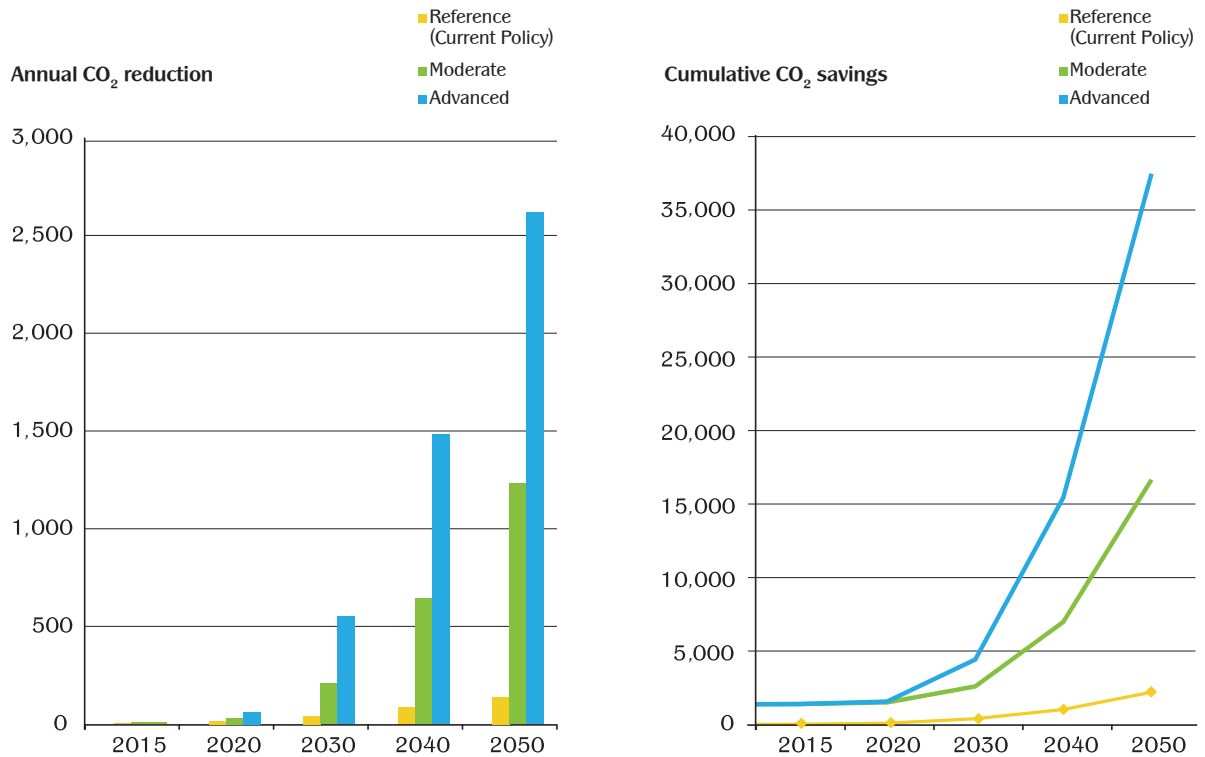
Figure 1: Annual and cumulative CO₂ savings from STE Scenarios

Table 2: Market Projections for STE Development between 2015 and 2050 under Reference (Current Policy), Moderate and Advanced (Aggressive Development) Scenarios

		2015	2020	2030	2040	2050
Investment and employment						
Reference (Current Policy)						
Annual Installation	MW/a	1,171	3,619	5,651	9,500	12,427
Cost	€/kW	4,287	3,485	2,814	2,688	2,674
Investment	€bn/a	1.57	1.34	2.15	4.60	4.53
Employment Job-year		18,904	16,981	29,180	62,545	70,197
Moderate STE Market growth						
Annual Installation	MW/a	1,075	4,834	18,876	36,652	61,654
Cost	€/kW	4,287	3,485	2,814	2,666	2,637
Investment	€bn/a	4.61	16.85	53.13	97.71	162.61
Employment Job-year		16,964	70,051	269,733	574,049	935,995
Advanced STE Market Growth						
Annual Installation	MW/a	797	11,950	49,758	75,455	131,143
Cost	€/kW	4,287	3,485	2,814	2,663	2,577
Investment	€bn/a	3.42	41.65	140.04	169.10	209.76
Employment Job-year		12,985	169,237	712,674	1,072,328	1,443,265

With advanced industry development and high levels of energy efficiency, solar thermal electricity could meet up to 6 % of the world's power needs by 2030 and 12% by 2050.



Synthèse

Qu'est-ce que l'énergie solaire thermique ?

L'énergie solaire thermique, ou « solaire thermique à concentration », produit de la chaleur ou de l'électricité grâce à des miroirs qui concentrent les rayons du soleil à une température comprise entre 400 et 1000°C. Il existe une grande variété de formes de miroirs, de techniques de centrage des rayons et de méthodes de production d'énergie utile, mais le principe reste le même : faire fonctionner un moteur thermique, typiquement une turbine à vapeur, pour produire de l'électricité qui peut être ensuite injectée dans le réseau. Aujourd'hui, la capacité des centrales solaires thermiques en activité varie entre quelques MW et 400 MW, mais elle peut être encore accrue. Contrairement aux installations photovoltaïques, l'énergie solaire thermique n'a de sens que dans des systèmes de taille industrielle. En particulier, cette énergie peut être intégrée dans des systèmes de stockage thermique ou des régimes hybrides, offrant une capacité fiable et une énergie redistribuable sur demande. L'énergie solaire thermique est ainsi capable d'équilibrer, à moindres coûts, des sources intermittentes d'énergie sans CO₂, telles que l'éolien ou le photovoltaïque. Le solaire thermique est en mesure de répondre à la demande de pointe aussi bien qu'aux besoins en charge de base.

L'énergie solaire thermique est une source d'électricité sans carbone, particulièrement adaptée aux régions à taux d'ensoleillement élevé : l'Europe du sud, l'Afrique du nord et le Moyen-Orient, l'Afrique du Sud, certaines zones de l'Inde, de la Chine, le sud des Etats-Unis et l'Australie.

Quelle sera sa part du marché ?

Durant les dix dernières années, l'énergie solaire thermique a évolué : au départ technologie nouvelle, le solaire thermique est devenu une source fiable de production d'énergie. Néanmoins, en cette fin 2015, seulement 5 GW d'électricité solaire thermique sont installés dans le monde. Les projets en cours de réalisation au moment de la rédaction de ce rapport apporteront 820 MW supplémentaires dans les deux années à venir. Ces projets se trouvent principalement en Afrique du Sud, en Inde, au Moyen-Orient et au Maroc.

L'énergie solaire thermique possède un potentiel très élevé de répondre aux demandes énergétiques globales. D'après nos analyses, l'énergie solaire thermique pourrait pourvoir 12% des besoins mondiaux prévus pour 2050.

Même les prévisions les plus modérées concernant le développement futur du marché montrent que la capacité des différentes formes d'énergies solaires pourrait atteindre 20 GW en 2020 et 800 GW en 2050, grâce à une augmentation de 61 GW/an. Ce qui représentera 5% de la demande globale en 2050.

Quels sont les bénéfices ?

Pour les besoins de cette étude, Greenpeace a utilisé un modèle pour générer des scénarios basés sur un scénario de référence, ou de routine, pour les gouvernements du monde, ainsi que des scénarios Modérés et Avancés basés sur des politiques réalistes afin de soutenir le développement de cette énergie propre et renouvelable. Selon le scénario Modéré, les pays possédant le plus de ressources solaires, pourraient :

- ▶ Générer plus de 16 milliards d'euros d'investissement en 2020, culminant à 162 milliards d'euros en 2050 ;
- ▶ Créer plus de 70 000 emplois d'ici 2020, et autour de 938 000 emplois en 2050 ; et
- ▶ Eviter l'émission de 32 millions de tonnes de CO₂ par an jusqu'en 2020, allant jusqu'à 1,2 milliards de tonnes en 2050.

Pour mieux comprendre les chiffres de réduction d'émission de CO₂, on note que 10,5 milliards de tonnes ont été émis par la Chine seule en 2013, tandis que l'Allemagne a rejeté 767 millions de tonnes. Un rapport récent estime que les émissions globales de CO₂ dues à l'énergie fossile étaient de 32,2 milliards de tonnes en 2013 – un record supérieur de 56,1% aux niveaux de 1990 et de 2,3% à ceux de 2012. En d'autres termes, aux taux actuels nous épuiserons le reste du « budget carbone » sur les 30 prochaines années et nous serons incapables de limiter le réchauffement à 2°C.

Suite à l'Accord de Paris entre presque 200 pays, nous avons un besoin urgent de revoir les politiques de l'UE et les objectifs nationaux afin de pouvoir limiter l'augmentation de la température mondiale à 1,5°C. Les prévisions climatiques et énergétiques de l'UE pour 2030, à savoir une réduction de 40% des émissions en 2030 par rapport à celles de 1990, ne sont tout simplement pas suffisantes. Seul des engagements plus forts en accord avec une décarbonisation rapide du secteur énergétique et des parts grandissantes d'énergies renouvelables rendront ce but atteignable.

Un puissant programme de déploiement d'énergie solaire thermique, avec une part du marché de 30 GW par an, pourrait endiguer le besoin de nouvelles centrales d'énergie fossile et remplacer celles en fin de vie. Ainsi, les technologies de l'énergie solaire thermique contribueraient de manière significative à la réduction des émissions globales de CO₂. La capacité de redistribution de l'énergie solaire thermique permettrait une réduction supplémentaire des rejets en permettant une utilisation fiable et abordable des énergies renouvelables intermittentes.

Avec approximativement 5% des investissements mondiaux dans les infrastructures énergétiques (158 – 186 millions d'euros), l'énergie solaire thermique est une technologie qui aurait toute sa place dans la « Nouvelle Donne Verte » de l'économie.

Qu'est ce qui déterminera la réduction des coûts ?

Les coûts de l'énergie solaire thermique ont déjà diminué mais une réduction supplémentaire est possible. Le paramètre le plus important est le volume du marché. Comme pour toute autre technologie, les coûts baissent plus fortement dans le cadre d'un programme de déploiement solide basé sur une décision politique de soutenir une technologie particulière. Une telle décision produit un climat favorable aux investissements proposant des conditions de financement préférentielles et/ou des avantages d'impôts et d'investissement. Ceci crée également un contexte propice à l'émergence progressive de solutions innovantes qui, à leur tour, réduiront davantage les coûts et augmenteront les opportunités de développement au-delà du secteur de l'électricité dans les pays qui décideront de se lancer dans de tels projets.

Quelles mesures sont nécessaires pour augmenter le déploiement de l'énergie solaire thermique ?

Durant les dix dernières années, des décisions des gouvernements nationaux ont donné un coup de pouce à l'énergie solaire thermique, amorçant l'essor actuel des installations à l'échelle mondiale. Au même moment, la progression du marché européen a connu un arrêt brutal avec les changements désastreux et rétroactifs appliqués par l'Espagne à son secteur solaire. En dépit de cela, l'Espagne reste le leader mondial du marché de l'énergie solaire thermique avec une production 2,3 GW, presque la moitié de la capacité mondiale.

Les mesures nécessaires pour le bon fonctionnement de l'énergie solaire thermique sont :

- ▶ Des avantages financiers en vue d'atteindre des objectifs au niveau national : des tarifs de rachat garantis et préférentiels, des normes imposant une proportion minimale d'énergies renouvelables dans le portefeuille énergétique ou des programmes de prêts à taux préférentiels appliqués aux projets d'énergie solaire thermique en complément d'une facturation des rejets de CO₂ grâce à des systèmes d'échange de droits d'émission ou de la taxe carbone.
- ▶ La mise en place de nouvelles installations de transfert d'électricité et de mécanismes de marché entre les nations et les continents grâce à des infrastructures adaptées et des arrangements politiques et économiques, pour assurer la mobilité de l'énergie thermique entre les meilleurs sites de production et les régions de grande demande.
- ▶ Une coopération entre l'Europe, le Moyen-Orient et l'Afrique du Nord au sujet des marchés et du développement économique.
- ▶ Un soutien stable et durable à la recherche et au développement en vue d'exploiter pleinement le potentiel d'avancées technologiques continues et de réduction plus importante des coûts.

Avec la mise en œuvre de telles mesures, l'énergie solaire thermique serait en mesure d'assumer son rôle d'acteur majeur dans le bouquet énergétique de la planète.

الملخص التنفيذي

تعريف الكهرباء الشمسية الحرارية

تنتج الطاقة الشمسية الحرارية، المعروفة كذلك بتسمية الطاقة الشمسية المركزة، الحرارة أو تولد الكهرباء باستخدام مرايا لتكيز أشعة الشمس على درجات حرارة تتراوح بين 400 وألف درجة مئوية. وتختلف أشكال المرايا ووسائل تتبع الشمس، وطرق توفير الطاقة المفيدة، لكنها تتبع جميعاً المبدأ نفسه: تحفيز محرك حراري غالباً ما يكون توربيناً بخارياً لتوليد الكهرباء التي يمكن عندئذ إدخالها إلى شبكة التوزيع. اليوم تتراوح قدرات معامل الطاقة الشمسية الحرارية بين عدد قليل من الميغاواط و400 ميغاواط، لكن يمكن زيادتها. على عكس المنشآت الفوتوفولطائية، لا تبدو الكهرباء الشمسية الحرارية خياراً منطقيّاً من حيث التوليد الموزع، بل على مستوى نظام واسع النطاق. بشكل خاص، يمكن تكاملها مع التخزين الحراري أو في عملية هجينة، بحيث توفر طاقة ذات قدرة ثابتة وقابلة للتوزيع بحسب الطلب. هذا ما يجيز للكهرباء الحرارية الشمسية أن تملأ ثغرات الموارد المتقطعة من الطاقة الخالية من ثاني أكسيد الكربون، على غرار الرياح. ويمكن للكهرباء الحرارية الشمسية تلبية مستوى الطلب الأقصى والأدنى معاً.

تشكل الكهرباء الشمسية الحرارية مورداً كهربائياً بلا كربون يلائم المناطق التي تتعرض إلى كمية كبيرة من أشعة الشمس، كجنوب أوروبا وشمال أفريقيا والشرق الأوسط وجنوب أفريقيا وبعض أنحاء الهند والصين وجنوب الولايات المتحدة وأستراليا.

حجم السوق المتوقع

شهد قطاع الكهرباء الشمسية الحرارية توسعاً سريعاً من تكنولوجيا فتية إلى حل موثوق لتوليد الطاقة. مع ذلك، لم تتجاوز مشاريع الكهرباء الحرارية الشمسية العاملة حول العالم 5 ميغاواط مع نهاية 2015، فيما يتوقع أن تضيف مشاريع ما زالت طور الانشاء عند كتابة هذا التقرير، 820 ميغاواط إضافية على الأقل في العامين المقبلين. تقع هذه المشاريع بشكل أساسي في جنوب أفريقيا والهند والشرق الأوسط والمغرب.

غير أن قدرة الكهرباء الشمسية الحرارية على تلبية الطلب العالمي على الكهرباء أكبر بكثير. فتحليلنا يظهر كيف يمكن لهذا القطاع تلبية 12% من حاجات العالم للطاقة في 2050.

وحتى استناداً إلى توقعات معتدلة لنمو السوق المستقبلي، يمكن أن تصل قدرة الطاقة الشمسية الاجمالية حول العالم إلى 20 جيغاواط تقريباً في 2020 و800 جيغاواط في 2050، مع توزيع 61 جيغاواط سنوياً. هذا يوازي حوالي 5% من الطلب العالمي في 2050.

الفوائد

اعتمدت غرينبيس في هذه الدراسة نموذجاً لتوليد سيناريوهات استناداً إلى سيناريو «بقاء الوضع على حاله» لدى حكومات العالم، وإلى سيناريو معتدل وآخر متقدم مبنيين على سياسات واقعية لدعم تطوير هذه التكنولوجيا النظيفة المتجددة. في السيناريو المعتدل

تستطيع البلدان التي تملك أكبر قدر من الموارد الشمسية ان تحقق معاً ما يلي:

- تحفيز استثمارات بقيمة تفوق 16 مليار يورو⁽¹⁾ في 2020 يمكن أن تصل إلى 162 ملياراً في 2050
- إنشاء أكثر من 70000 فرصة عمل حتى 2020، وحوالي 938000 فرصة عمل حتى 2050
- توفير 32 مليون طن من ثاني أكسيد الكربون سنوياً في 2020، ما قد يرتفع إلى 1,2 مليار طن في 2050.

للمقارنة، نذكر أن ثاني أكسيد الكربون المنبعث من الصين وحدها بلغ 10.5 مليار طن في 2013، وألمانيا 767 مليون طن. وقدر تقرير⁽²⁾ نشر مؤخراً حجم انبعاثات ثاني أكسيد الكربون العالمية من استخدام الوقود الأحفوري بـ32,2 مليار طن في 2013، وهو رقم قياسي يفوق مستوى الانبعاثات في 1990 بنسبة 56,1% وفي 2012 بنسبة 2,3%. كل هذا يعني، إن احتفظنا بهذه الوتيرة، أننا سنستنفد ما تبقى مما يسمى «ميزانية الكربون» في السنوات الثلاثين المقبلة وسنفشل في إبقاء ارتفاع حرارة الكوكب الشاملة دون درجتين مئويتين.

على ضوء اتفاق باريس الذي وقعته حوالي 200 دولة، نحتاج فوراً إلى مراجعة الأهداف للاتحاد الأوروبي والدول من أجل منع الاحترار من تجاوز 1,5 درجات مئوية. فأهداف الاتحاد الأوروبي للعام 2030 على مستوى المناخ والطاقة الممتثلة بتقليص الانبعاثات بنسبة 40% مقارنة بمستويات 1990 لن تكفي. المطلوب تحديد هدف تقليص أكبر يسهم في تجريد قطاع الطاقة سريعاً من الكربون وزيادة حصة الطاقة المتجددة من الاستهلاك، وإلا فهذا الهدف يبقى بعيد المنال.

كما قد يؤدي برنامج مدروس لنشر الكهرباء الشمسية الحرارية يضمن بلوغ سوقها حوالي 30 جيغاواط سنوياً إلى تفادي الحاجة إلى معامل جديدة للطاقة الأحفورية واستبدال تلك التي يحل أجلها. هكذا يمكن لتكنولوجيات الكهرباء الشمسية الحرارية المساهمة بقوة في تقليص الانبعاثات العالمية. كما يمكن لقدرات توزيعها مضاعفة تقليص النبعثات لأنها تجيز زيادة انتشار تكنولوجيات الطاقة المتجددة المتقطعة بشكل موثوق ومقبول الكلفة.

ويمكن أن تساهم تكنولوجيا الطاقة الشمسية الحرارية، بالنسبة إلى 5% تقريباً من الاستثمار العالمي في البنى التحتية الطاقوية البالغة 158 إلى 186 مليار يورو سنوياً، في بلورة «صفقة جديدة خضراء» للاقتصاد.

العناصر المحددة لانخفاض منحنى التكاليف

سبق أن شهدت تكاليف الطاقة الشمسية الحرارية تراجعاً، لكن يمكن إنجاز المزيد. العامل الأولي المؤثر على التكاليف هو حجم السوق. فكما يجري لأي تكنولوجيا طاقة أخرى، تتراجع الأسعار استجابة لبرنامج نشر ثابت يطبق لوجود إرادة سياسية بذلك. وهذه الإرادة

1 حوالى 18,4 مليارات دولار أمريكي (سعر الصرف 1 يورو = 1,15 دولار أمريكي)

2 الوكالة الدولية للطاقة، النسخة التمهيدية 2015، «انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من استهلاك الوقود»

المحفظة المتجددة أو برامج قروض تفضيلية تنطبق على تكنولوجيا الكهرباء الشمسية الحرارية وخطط تفرض سعراً لانبعاثات الكربون سواء عبر أنظمة تحديد وتداول الانبعاثات أو ضرائب كربون.

- إقامة منشآت وآليات سوقية جديدة لنقل/توزيع الكهرباء بين الدول والقارات، باعتماد البنية التحتية المناسبة وتدابير سياسية واقتصادية. المطلوب نقل الطاقة الشمسية الحرارية من أفضل مواقع انتاجها إلى مناطق الطلب المرتفع.
- التعاون بين اوروبا والشرق الاوسط وشمال افريقيا على مستوى التنمية الاقتصادية والتكنولوجيا.
- توفير الدعم الثابت على المدى الطويل للأبحاث والتطوير لتحقيق أكبر قدر من التحسين في التكنولوجيا وتخفيض التكاليف.

مع تطبيق هذه الاجراءات المحورية يكون قطاع الكهرباء الشمسية الحرارية مستعداً للعب دوره المهم وسط مختلف أنواع الطاقة المتجددة في العالم.

السياسية تولد مناخ استثمار إيجابياً يؤدي إلى شروط تمويل تفضيلية و/أو حوافز ضريبية واستثمارية. بالتالي تتجمع الشروط المطلوبة لتضمين السوق حلاً مبتكرة تعزز بدورها تراجع الاسعار وزيادة الفرص أمام الأعمال لتتجاوز قطاع الكهرباء في الدول التي تقرّر تطبيق برامج مماثلة.

الاجراءات اللازمة لمضاعفة نشر الطاقة الشمسية الحرارية

في السنوات العشر الأخيرة عززت قرارات حكومات محلية قطاع الطاقة الشمسية الحرارية، ما أثار النمو الجاري حالياً في المنشآت حو العالم. في الوقت نفسه، شهدت السوق الأوروبية كبحاً مفاجئاً بعد تطبيق اسبانيا تعديلات رجعية ومضرة جداً في سوقها الشمسية. بالرغم من ذلك، ما زالت اسبانيا رائدة السوق العالمية في هذا القطاع، حيث تضم وحدها نصف قدرة الطاقة الشمسية الحرارية بحجم 2,3 جيغاواط.

الاجراءات المطلوبة هي التالية:

- حوافز وأهداف وطنية مالية، على غرار سعر بيع مضمون للكهرباء وتعريفات إمدادات الطاقة المتجددة، ومعايير



Image: Parabolic trough collector ©CSP Services/DLR

About the authors

SolarPACES

SolarPACES is an international cooperative organization bringing together teams of national experts from around the world to focus on the development and marketing of concentrating solar power systems (also known as solar thermal power systems). It is one of a number of collaborative programmes managed under the umbrella of the International Energy Agency to help find solutions to worldwide energy problems. The organisation focuses on technology development and member countries work together on activities aimed at solving the wide range of technical problems associated with commercialization of concentrating solar technology. In addition to technology development, market development and building of awareness of the potential of concentrating solar technologies are key elements of the SolarPACES programme.

ESTELA

ESTELA, the European Solar Thermal Electricity Association, is a non-profit industry association created in 2007 to support the emerging European solar thermal electricity industry for the generation of green power in Europe and abroad, mainly in the Mediterranean region. ESTELA represents STE sector from industry to research institutions, active along the whole STE value chain: promoters, developers, manufacturers, utilities, engineering companies, research institutions. Joining hands with national associations – Protermosolar (Spain), ANEST (Italy), Deutsche STE (Germany) and the SER-CSP (France), ESTELA is devoted to promoting solar thermal electricity not only in Europe, but also in MENA region and worldwide. To act widely, ESTELA with AUSTELA and SASTELA in 2012 jointly created STELA World. Today, ESTELA is the largest industry association worldwide promoting the solar thermal electricity sector.

Greenpeace International

Greenpeace is a global organization that uses non-violent direct action to tackle the most crucial threats to our planet's biodiversity and environment. Greenpeace is a non-profit organization, present in 40 countries across Europe, the Americas, Asia and the Pacific. It speaks for 2.8 million supporters worldwide, and inspires many millions more to take action every day. To maintain its independence, Greenpeace does not accept donations from governments or corporations but relies on contributions from individual supporters and foundation grants.

Greenpeace has been campaigning against environmental degradation since 1971 when a small boat of volunteers and journalists sailed into Amchitka, an area west of Alaska, where the US government was conducting underground nuclear tests. This tradition of 'bearing witness' in a non-violent manner continues today, and ships are an important part of all its campaign work.



Published by

SolarPACES

SolarPACES Secretariate

Apartado 39
E-04200 Tabernas, Spain
www.solarpaces.org

Greenpeace International

Ottho Heldringstraat 5,
1066 AZ Amsterdam
The Netherlands
www.greenpeace.org

ESTELA

**European Solar Thermal
Electricity Association**

Rue de l'Industrie 10,
B-1000 Brussels, Belgium
www.estelasolar.org