

Le photovoltaïque en France en 2013

VERSION FRANÇAISE

du rapport rédigé pour le Programme photovoltaïque de l'Agence
internationale de l'énergie

Juin 2014

Étude réalisée pour le compte de l'ADEME par AC Consultant

Contrat n°1205C0117

Coordination technique : Durand Yvonnick – SRER – DPED – ADEME Valbonne



RAPPORT FINAL

Les informations contenues dans ce rapport peuvent être utilisées librement à condition de mentionner la source :
« Le photovoltaïque en France en 2013, ADEME pour IEA PVPS, juin 2014 ».

SOMMAIRE

Avant-propos	1
Introduction	2
Synthèse.....	3
1 Installations photovoltaïques 2013.....	6
1.1 Applications des systèmes photovoltaïques en France	6
1.1.1 Catégories de systèmes analysés.....	6
1.1.2 Sources statistiques.....	7
1.2 Puissance installée.....	7
1.2.1 Puissance PV mise en service en 2013	8
1.2.2 Puissance PV cumulée fin 2013.....	9
1.2.3 Parc photovoltaïque et marché de l'énergie	11
1.2.4 Technologies des modules utilisés.....	11
1.2.5 Tendances du développement des applications.....	11
2 Aspects économiques.....	12
2.1 Coûts et rentabilité	12
2.2 Prix des systèmes	12
3 Politique de soutien	13
3.1 Contexte général.....	13
3.2 Tarifs d'achat.....	13
3.3 Crédit d'impôt développement durable	14
3.4 Appels d'offres pour systèmes PV.....	14
3.4.1 Appels d'offres nationaux pour systèmes 100 kW-250 kW.....	15
3.4.2 Appel d'offres nationaux pour systèmes supérieurs à 250 kW	15
3.4.3 Appels d'offres des collectivités territoriales	17
3.4.4 Plans régionaux SRCAE et S3REnR	17
3.5 Politiques indirectes	17
3.5.1 Pôles de compétitivité	17
3.5.2 Organisations professionnelles et associations.....	18
3.5.3 Événements, expositions, conférences	18
3.5.4 Export et initiatives méditerranéennes	18
3.5.5 Règlementation thermique	19
3.5.6 Transition énergétique	19
3.5.7 Coopération franco-allemande.....	19

4	Faits marquants R&D et budgets	19
4.1	Faits marquants de la R&D	19
4.2	Budgets pour le soutien du marché et de la R&D	20
4.2.1	Budget de soutien du marché	20
4.2.2	Budget public R&D.....	21
5	Activité industrielle	21
5.1	Matériaux, lingots et plaques de silicium	21
5.2	Cellules photovoltaïques	22
5.2.1	Cellules photovoltaïques au silicium cristallin.....	22
5.2.2	Cellules photovoltaïques à concentration.....	22
5.3	Modules photovoltaïques.....	22
5.3.1	Modules au silicium cristallin	23
5.3.2	Modules à couche mince	23
5.3.3	Modules à concentration, suiveurs solaires.....	24
5.3.4	Recyclage des produits.....	24
5.4	Fabricants et fournisseurs d'autres composants.....	25
5.5	Acteurs à l'aval de la filière.....	25
5.6	Formation.....	25
6	Emplois et valeur de la production	26
6.1	Emplois	26
6.2	Valeur de la production photovoltaïque	26
7	Intérêt des compagnies d'électricité.....	26
7.1	Groupe EDF	26
7.2	Groupe GDF SUEZ	27
7.3	Autres compagnies et producteurs ER	27
7.4	Opérateurs du réseau électrique	27
8	Politique qualité et normes.....	27
8.1	Normes photovoltaïques	27
8.2	Guides techniques.....	28
8.3	Qualification et signes de qualité.....	28
8.3.1	Essais et certification	28
8.3.2	Avis techniques.....	28
8.3.3	Signes de qualité	29
9	Conclusion et perspectives	30

AVANT-PROPOS

Ce rapport est préparé par le Service des réseaux et des énergies renouvelables de l'ADEME et s'inscrit dans un travail collectif défini par le programme de coopération de l'Agence internationale de l'énergie (IEA PVPS) sur l'électricité solaire photovoltaïque.

Le rapport est rédigé pour un lectorat international selon un plan prédéfini. La version anglaise est disponible sur le site www.iea-pvps.org.

L'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) est un établissement public à caractère industriel et commercial, placé sous la tutelle conjointe du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie et du ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche.

L'ADEME participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. Afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale, l'Agence met à disposition des entreprises, des collectivités territoriales, des pouvoirs publics et du grand public, ses capacités d'expertise et de conseil. Elle aide au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre, dans ses domaines d'intervention : la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, la qualité de l'air et la lutte contre le bruit.

L'ADEME est signataire de l'accord de coopération IEA PVPS et participe de ce fait au comité directeur du programme PVPS et aux travaux du groupe de travail n° 1 par le biais de son Service des réseaux et des énergies renouvelables.

www.ademe.fr

L'Agence internationale de l'énergie (AIE/IEA), fondée en novembre 1974, est un organisme autonome dans le cadre de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) qui effectue un important programme de coopération sur les questions de l'énergie entre ses 29 pays membres. Le programme sur les systèmes photovoltaïques (IEA PVPS), établi depuis 1993, est l'un de ses projets de coopération. Ses participants mènent des études à coûts partagés dans le domaine des applications de la conversion photovoltaïque de l'énergie solaire.

Vingt-quatre pays participent au programme IEA PVPS : Allemagne, Australie, Autriche, Belgique, Canada, Chine, Corée, Danemark, Espagne, États-Unis, France, Israël, Italie, Japon, Malaisie, Mexique, Norvège, Pays-Bas, Portugal, Royaume-Uni, Suède, Suisse, Thaïlande et Turquie.

La Commission européenne et des associations américaines et européennes d'industriels participent aussi au programme (European Photovoltaic Industry Association, US Solar Electric Power Association, US Solar Energy Industries Association et Copper Alliance).

Le programme PVPS est dirigé par un comité directeur (*Executive committee*) composé d'un représentant de chaque pays ou organisation participante, tandis que la gestion des groupes de travail (*Tasks*) est placée sous la responsabilité d'animateurs (*operating agents*). Les informations sur les travaux en cours sont disponibles sur le site de l'IEA PVPS.

www.iea-pvps.org.

INTRODUCTION

Ce rapport est préparé dans le cadre précis d'une étude internationale entreprise par le programme de coopération IEA PVPS sur les systèmes photovoltaïques. Chaque pays participant au programme produit son propre état des lieux national (*National Survey Report*, NSR) en suivant un guide commun de rédaction.

Les informations extraites de l'ensemble des rapports nationaux conduisent à une synthèse annuelle publiée sous le titre '*Trends in photovoltaic applications – Survey report of selected IEA countries*', disponible sur le site www.iea-pvps.org.

Le rapport national présente ici un examen complet des activités photovoltaïques en France en 2013. Il décrit l'état actuel du marché avec les mesures de soutien des pouvoirs publics français et les aspects économiques. Il rend compte de la situation de l'industrie photovoltaïque avec les principaux fabricants et opérateurs, ainsi que les programmes de R&D. Les informations contenues dans le rapport concernent l'année 2013.

Les principales sources d'information utilisées pour ce rapport sont les suivantes :

Statistiques du Commissariat général au développement durable (SOeS), rapports et études de l'ADEME, rapports et études du Syndicat des énergies renouvelables (SER) et du Syndicat ENERPLAN, publications Systèmes solaires, rapports de l'Observatoire des énergies renouvelables Observ'er, magazine Plein Soleil, sites internet (institutionnels, photovoltaïque.info, l'écho du solaire, etc.), données de fournisseurs d'équipements, publications et communiqués d'industriels, plaquettes événementielles, contacts avec les professionnels du domaine.

On citera notamment les études et rapports suivants :

- Tableau de bord éolien-photovoltaïque, Service de l'observation et des statistiques (SOeS) du Commissariat général au développement durable, n° 498, février 2014 et n° 522, mai 2014 ;
- Panorama des énergies renouvelables (RTE, SER, ERDF, ADEeF), janvier 2014 ;
- Atlas 2013 des grandes centrales PV > 1 MW, Observ'er, hors-série n° 10, novembre 2013 ;
- Cartographie régionale des centrales photovoltaïques de 100 kW à 999 kW en 2013, Le Journal des énergies renouvelables, n° 218, novembre 2013 ;
- Marchés, emplois et enjeu énergétique des activités liées aux énergies renouvelables, ADEME (réalisation In Numeri), version projet, mai 2014 ;
- Annuaire du Syndicat des énergies renouvelables 2013, SER, janvier 2014 ;
- Bilan électrique RTE 2013, janvier 2014 ;
- Coûts et rentabilité des énergies renouvelables en France métropolitaine, CRE, avril 2014.

SYNTHÈSE

Ce rapport est établi par l'ADEME dans le cadre d'une étude collective entreprise par les partenaires du programme de coopération sur les systèmes photovoltaïques de l'Agence internationale de l'énergie (AIE/IEA). Il propose un examen détaillé des activités photovoltaïques en France en 2013. Les faits marquants sont résumés ci-après.

Puissance photovoltaïque installée en France

La puissance totale des systèmes photovoltaïques raccordés au réseau électrique durant l'année 2013 est évaluée à 643 MW. Valeur en baisse à comparer à 1 115 MW installés en 2012 et 1 770 MW en 2011, année record. Les systèmes photovoltaïques décentralisés, principalement intégrés au bâtiment représentent 61 % de la puissance raccordée et les centrales photovoltaïques au sol 39 %. La capacité PV installée en 2013 compte pour 51 % des nouvelles capacités de production électrique mises en service en France métropolitaine. Le volume des systèmes photovoltaïques autonomes installés hors réseau reste faible avec 0,1 MW environ.

À la fin décembre 2013, la capacité totale disponible en France est de 4 703 MW avec 318 924 systèmes raccordés au réseau public de distribution, en augmentation de 16 % par rapport à 2012. Le parc photovoltaïque représente en puissance 3,4 % du parc électrique national. La production PV annuelle est estimée à 4,6 TWh et couvre en moyenne 1 % de la consommation nationale d'énergie électrique.

Les systèmes intégrés au bâti de puissance inférieure ou égale à 3 kW atteignent 83 % du nombre total d'installations et 15 % de la puissance totale, tandis que les systèmes de puissance supérieure à 250 kW représentent 0,3 % du nombre d'installations et 44 % de la puissance totale. Quatre régions du sud de la France ont installé plus de 400 MW chacune. Les centrales au sol avec systèmes de suivi solaire et les ombrières pour aires de stationnement gagnent des parts de marché.

Mesures de soutien

La principale mesure de soutien mise en place par le gouvernement est le tarif d'achat garanti. Les tarifs d'achat favorisent les systèmes photovoltaïques intégrés au bâtiment (IAB, intégration totale ou ISB, intégration simplifiée). Ils sont révisés chaque trimestre. Les tarifs s'appliquent pendant une période de 20 ans. Au début de l'année 2013 la grille tarifaire a été simplifiée (trois catégories de tarifs contre cinq auparavant) et une majoration tarifaire de 5 % ou 10 % pouvait s'appliquer dans le cas où les modules photovoltaïques étaient fabriqués dans l'Espace économique européen. Cette majoration a été effective du 1^{er} février 2013 au 10 mars 2014. Les particuliers peuvent bénéficier d'un crédit d'impôt s'ajoutant au tarif d'achat, mais cette mesure a été supprimée fin 2013.

Pour les applications intégrées au bâtiment (≤ 9 kW) le tarif IAB en vigueur au quatrième trimestre 2013 s'élevait à 0,2910 EUR le kWh (baisse de 7,9 % sur l'année). Les tarifs pour les systèmes d'intégration simplifiée ISB (jusqu'à 100 kW) ont atteint la limite de baisse maximale de 20 % sur l'année pour se fixer à environ 0,14 EUR le kWh. Pour tout autre type d'applications de puissance inférieure à 12 MW le tarif garanti était à la fin d'année 2013 de 0,0755 EUR/kWh (baisse de 7,7 % sur l'année). Les projets sélectionnés à l'issue des appels d'offres CRE permettaient d'obtenir des tarifs d'achat dans la fourchette 0,10 - 0,20 EUR le kWh.

Le ministère de l'Écologie a proposé en 2013 de pratiquement doubler les objectifs de volumes d'installations à 800 MW par an à parts égales entre les systèmes de puissance unitaire inférieure à 100 kW (tarif réglementé) et ceux de puissance supérieure à 100 kW dans le contexte des appels d'offres où le prix d'achat de l'électricité est fixé par les porteurs

de projet. Le coût de la promotion à travers les tarifs d'achat est financé par les abonnés au réseau électrique à partir de la Contribution au service public de l'électricité (CSPE).

La CRE, organisme public en charge des appels d'offres, a lancé début 2013 une nouvelle série d'appel d'offres : en premier pour les systèmes sur bâtiments de 100 kW à 250 kW avec un volume cible de 120 MW répartis en 3 périodes de 40 MW et ensuite pour les systèmes de puissance supérieure à 250 kW avec volume cible de 400 MW. Un nouvel appel d'offres dans cette catégorie sera lancé en 2014 après une consultation des industriels pour améliorer les termes du cahier des charges. Les appels d'offres émis en 2011, 2012 et 2013 ont gagné en popularité et ce sont 4 GW de projets qui ont été déposés et déclarés éligibles par la CRE. Le ministère en a retenu le quart pour ne pas dépasser le volume cible qu'il avait fixé.

Recherche et développement technique

Les principaux projets de recherche et de développement industriel sont financés par les organismes publics nationaux l'ADEME, l'ANR et par l'agence de financement Bpifrance qui gère le Fonds unique interministériel (FUI) pour accompagner l'innovation des PME et des PMI. Ces organismes, sous les auspices de leurs tutelles ministérielles, pilotent les programmes nationaux d'investissements d'avenir et les Appels à manifestation d'intérêt (AMI). L'ADEME gère l'AMI « PV » avec neuf projets dont l'évaluation aura lieu en 2015. L'ADEME a lancé en 2013 un appel à projets de R&D sur le thème de l'intégration optimisée des énergies renouvelables et la maîtrise de la demande d'électricité et, début 2014, a initié deux nouveaux programmes AMI dont le premier couvre les procédés et les systèmes photovoltaïques et le second les systèmes électriques intelligents avec notamment le thème de l'insertion de la production renouvelable distribuée. L'ANR conduit le programme Progelec dont les sept nouveaux projets de recherche sélectionnés en 2013 portent à 17 le nombre d'études PV en cours.

Les Instituts de recherche INES et IPVF renforcent leur collaboration avec l'industrie sur de nombreux projets.

Prix des systèmes photovoltaïques

La baisse importante des prix observée ces dernières années a engendré un développement important des systèmes de moyenne et de grande puissance. En 2013, les prix ont commencé à se stabiliser.

Pour les installations résidentielles intégrées au bâti (IAB), le prix moyen installé était environ 3,6 EUR/W en 2013. Les installations avec intégration simplifiée (ISB) pour bâtiments commerciaux et industriels revenaient à environ 1,9 EUR/W et les centrales au sol de grande puissance à environ 1,5 EUR/W (hors TVA).

Industrie photovoltaïque

L'industrie photovoltaïque française a dû faire face à la vive concurrence internationale et s'adapter, parfois difficilement, aux révisions des mesures de soutien. Cependant, un réseau actif de développeurs et d'exploitants indépendants fonctionne autour des appels d'offres nationaux et régionaux et se déploie sur des projets internationaux.

Les capacités de production de l'industrie française restent modestes par rapport aux pays leaders du domaine. La capacité annuelle de fabrication des modules photovoltaïques est d'environ 600 MW pour une dizaine d'entreprises. Un industriel verticalement intégré élabore des lingots de silicium multicristallin, des plaques minces sciées à fil (capacité annuelle 90 MW) et des cellules PV. Deux autres industriels s'ajoutent pour la fabrication de cellules au silicium cristallin et portent la capacité annuelle de production de cellules à 135 MW

environ. On observe de nouvelles initiatives dans le secteur du photovoltaïque à concentration CPV (cellules et modules) et celui des suiveurs solaires pour les centrales photovoltaïques au sol.

L'ADEME recense en 2013 environ 10 130 emplois (équivalent temps plein) directement reliés au développement de la filière (hors R&D), en baisse de 40 % par rapport à l'année 2012.

Perspectives

Le plan de développement gouvernemental fixait en 2009 à 5,4 GW le volume installé à l'horizon 2020 dans le cadre de mesures fiscales et tarifaires. Cet objectif est pratiquement atteint. Les syndicats professionnels prônent une meilleure visibilité et une simplification de l'action gouvernementale, notamment pour les PME. La loi de programmation sur la transition énergétique qui sera votée en 2014 devrait apporter des clarifications sur les nouvelles mesures de soutien. Un objectif de 20 GW installés en 2020 est reconnu par l'ensemble des acteurs.

▣

1 INSTALLATIONS PHOTOVOLTAÏQUES 2013

1.1 Applications des systèmes photovoltaïques en France

Les systèmes de production d'énergie électrique par conversion photovoltaïque (PV) de l'énergie solaire sont utilisés en France depuis les années 1980. D'abord pour électrifier des sites éloignés des réseaux électriques (habitations, fermes, relais de télécommunication, systèmes de pompage de l'eau,...) et, plus récemment, pour se constituer en systèmes de production d'énergie électrique raccordés au réseau public de distribution.

Les systèmes photovoltaïques sont constitués de composants électriques et électrotechniques : les modules photovoltaïques exposés au rayonnement solaire constituent le cœur du générateur d'énergie électrique (les modules sont montés en panneaux, chaînes et groupes), les onduleurs transforment le courant continu issu des groupes photovoltaïques en courant alternatif adapté à son application. Les batteries électrochimiques stockent l'énergie électrique pour toutes les utilisations où cela est nécessaire : en général l'électrification de sites hors réseau. D'autres éléments d'installation et de dispositifs de contrôle et de sécurité complètent les systèmes.

Les grandeurs physiques considérées ici sont la puissance des systèmes (W, kW, MW,...), l'énergie délivrée (kWh, MWh, TWh) et la productivité énergétique ($\text{kWh}\cdot\text{kW}^{-1}$). La puissance unitaire d'un système photovoltaïque est égale à la somme des puissances de tous les modules photovoltaïques qui le constitue. En France, un système photovoltaïque de un kilowatt (kW) produit environ mille kilowattheures d'énergie électrique sur l'année. Le propriétaire d'un système PV raccordé au réseau investit dans une certaine puissance (EUR/W) et vend de l'énergie électrique (EUR/kWh).

NOTE - La puissance d'un module PV est mesurée dans les conditions normales d'essai (STC). Les données de puissance photovoltaïque publiées dans ce rapport sont exprimées en watt (W) et ses multiples, kW, MW et GW. Certains professionnels parlent de puissance-crête exprimée en W_c (en anglais W_p , peak-watt). Nous ne retenons pas ici ce vocable non normalisé.

1.1.1 Catégories de systèmes analysés

Pour répondre à l'attente des statistiques de l'IEA PVPS, le rapport considère trois catégories de systèmes photovoltaïques :

- Système de production **décentralisée raccordée au réseau** public de distribution (*grid-connected distributed*) : installation de production d'énergie électrique utilisée sur des bâtiments d'habitation, bâtiments tertiaires, commerciaux, industriels et agricoles ou simplement utilisation dans tout environnement bâti (puissances mises en jeu : kW à MW).

NOTE - La vente d'énergie électrique est en général une source secondaire de revenus pour le propriétaire de l'installation.

- Système de production **centralisée raccordée au réseau** (*grid-connected centralized*) : installation de production d'énergie électrique de grande puissance montée au sol (puissance supérieure au MW).

NOTE - La vente d'énergie électrique est en général la principale source de revenus pour le propriétaire de l'installation.

- Système de production **hors réseau** public de distribution (*off-grid*) : installation appliquée à l'électrification rurale d'habitat en site isolé, éloigné du réseau électrique (*off-grid domestic*) ou à l'alimentation d'équipements techniques comme des relais de télécommunication, des dispositifs de pompage de l'eau, etc. (*off-grid non-domestic*). Les puissances mises en jeu sont de l'ordre de 1 kW à quelques 100 kW.

NOTE 1 - Les systèmes autonomes comprennent une batterie de stockage et éventuellement une source complémentaire d'énergie électrique (groupe thermique, aérogénérateur...).

NOTE 2 - Le plan de travail de l'IEA PVPS propose de rendre compte individuellement des systèmes hors réseau résidentiels (*off-grid domestic*) et des systèmes hors réseaux professionnels (*off-grid non-domestic*). Cette distinction n'est pas retenue dans ce rapport.

Aujourd'hui, l'essentiel des systèmes photovoltaïques (PV) installés en France sont raccordés au réseau de distribution électrique. Les systèmes photovoltaïques utilisés en dehors du réseau, représentaient encore 50 % de la puissance totale opérationnelle fin 2006. Cette application est maintenant marginale avec moins de 1 %.

La volonté du gouvernement de promouvoir le développement de la production d'électricité photovoltaïque en France s'est concrétisée par la publication d'un arrêté ministériel en 2006 statuant sur l'obligation d'achat de l'énergie électrique photovoltaïque à un tarif avantageux pour le producteur. La stratégie a été de favoriser l'utilisation du photovoltaïque sur les bâtiments en intégration totale (IAB) ou en intégration simplifiée (ISB). Les critères techniques et non techniques d'intégration IAB et ISB sont définis à l'annexe 2 de l'arrêté du 4 mars 2011.

1.1.2 Sources statistiques

Le cahier des charges du rapport IEA PVPS propose de recueillir des données de puissance PV installée durant l'année calendaire 2013 et d'évaluer la puissance cumulée, opérationnelle à la fin de l'année 2013. La puissance installée est divisée selon les trois catégories d'applications décrites ci-dessus : production raccordée au réseau électrique (décentralisée et centralisée) et, applications à la fourniture d'énergie hors réseau.

1.1.2.1 Systèmes raccordés au réseau

Les données relatives aux systèmes photovoltaïques raccordés au réseau sont issues des publications du Service de l'observation et des statistiques (SOeS) du Commissariat général au développement durable (n° 498, février 2014 et n° 522, mai 2014). Le SOeS se fonde sur les fichiers gérés par les différents opérateurs du réseau de transport et de distribution : ERDF, RTE, EDF-SEI et les principales entreprises locales de distribution (ELD). Le SOeS détaille la répartition des systèmes selon certaines tranches de puissance et selon les 27 Régions administratives.

D'autres données sont disponibles, par exemple dans le rapport *Panorama des énergies renouvelables 2013* publié en janvier 2014 (RTE, SER, ERDF et ADEeF). Les volumes sont un peu différents de ceux publiés par le SOeS. Il a été décidé de retenir dans ce rapport les données proposées par le SOeS.

Pour évaluer la répartition entre systèmes de production centralisée, montés au sol et les systèmes décentralisés on a fait appel à l'Atlas Observ'er des installations photovoltaïques de puissance supérieure à 1 MW publié par Le Journal du photovoltaïque (novembre 2013). L'Atlas a permis de déterminer la puissance totale des applications photovoltaïques centralisées, montées au sol. L'évaluation de la puissance des systèmes de production décentralisée (toiture résidentielle, industrielle, agricole ou commerciale, ombrière d'aire de stationnement, etc.) est effectuée par la différence entre les données globales du SOeS et les centrales au sol répertoriées dans l'Atlas. Le résultat de cette évaluation est présenté dans les Tableaux 1, 3, 4, 5, 7 et illustré par la Figure 1.

1.1.2.2 Systèmes hors-réseaux

Les données relatives aux systèmes photovoltaïques installés hors-réseaux (*off-grid*) sont extraites des statistiques annuelles du fonds FACE pour l'électrification rurale et des déclarations des principaux industriels de ce secteur opérant principalement dans les départements/régions d'outre-mer.

1.2 Puissance installée

Dans ce rapport, les systèmes photovoltaïques considérés ont été installés en France durant l'année calendaire 2013. Par France, on entend la France métropolitaine (France continentale et île de Corse) et les départements/régions d'outre-mer (Guadeloupe, Guyane, Martinique, Mayotte et Réunion).

1.2.1 Puissance PV mise en service en 2013

La puissance photovoltaïque raccordée au réseau électrique en France (métropole et DOM) durant l'année 2013 est estimée à 643 MW contre 1 115 MW en 2012 et 1 770 MW en 2011 (source : SOeS). La puissance des systèmes de production décentralisée, principalement intégrés au bâtiment a atteint 392 MW et la puissance des centrales photovoltaïques au sol a été estimée à 251 MW (sources : SOeS, Atlas Observ'er et ADEME). Les départements/régions d'outre-mer (DOM) ont contribué avec 7 MW. La puissance des applications hors-réseau a été évaluée à 0,1 MW (sources : FACE, ADEME et Sunzil).

Le Tableau 1 résume la puissance mise en service en 2013 selon les trois catégories d'applications. L'investissement associé à l'activité est estimé à 1,3 GEUR.

Tableau 1 – Puissance PV installée en 2013 (MW)

Raccordé au réseau de distribution			Hors réseau
Décentralisé	Centralisé au sol	Sous-total raccordé au réseau	Résidentiel et professionnel
392 MW (61 %)	251 MW (39 %)	643 MW	0,1 MW

Sources : SOeS, Atlas Observ'er, FACE, ADEME et Sunzil.

Le Tableau 2 détaille, selon les tranches de puissance, les nouvelles installations raccordées au réseau durant l'année 2013 (source : SOeS). La baisse de 42 % en puissance totale raccordée au réseau par rapport à 2012 est bien moins marquée en nombre d'installations, moins 13 %, avec 33 344 systèmes en 2013. Les systèmes de puissance supérieure à 36 kW constituent les trois quarts de la puissance installée dans l'année, tandis que 89 % du nombre d'installations se trouvent dans la tranche de puissance inférieure à 9 kW.

Tableau 2 – Capacité photovoltaïque installée en France en 2013

Tranche de puissance	Nombre d'installations (part du total)	Puissance (part du total)
0 – 3 kW	57,1 %	8,4 %
3 kW – 9 kW	31,6 %	10,3 %
9 kW – 36 kW	4,9 %	6,4 %
36 kW – 100 kW	5,9 %	26,0 %
100 kW – 250 kW	0,3 %	2,3 %
> 250 kW	0,2 %	46,8 %
Total	100 % (33 344 instal.)	100 % (643 MW)

Source : Tableau de bord SOeS n° 498 et n° 522.

Sur la période 2008-2013, on compte 157 centrales au sol de puissance unitaire supérieure à 1 MW totalisant une puissance de 1 248 MW (Tableau 3). La part des centrales au sol dans le total des puissances installées annuelles est passée de 25 % en 2011 à 39 % en 2013.

En 2013, sept centrales au sol de puissance supérieure à 10 MW ont été mises en service. La plus puissante, avec ses 22 MW a été mise en service cette année-là, en région Aquitaine.

Tableau 3 – Nombre de centrales au sol par tranches de puissance

Tranches de puissance	1 à 5 MW		5 à 10 MW		10 à 50 MW		> 50 MW		Total	
	MW	nb	MW	nb	MW	nb	MW	nb	MW	nb
2013	51	14	109	14	90	7	0	0	251	35
2012	26	10	5	1	198	10	115	2	344	23
2011	107	32	160	22	177	13	0	0	444	67
2010	32	14	36	5	101	4	0	0	168	23
2009	14	5	10	2	10	1	0	0	34	8
2008	0	0	7	1	0	0	0	0	7	1
Total	230	75	327	45	576	35	115	2	1 248	157

Source : Atlas Observ'er 2013.

Fin 2013, on comptait 37 centrales PV au sol de puissance supérieure à 10 MW, totalisant 691 MW, la plus puissante étant de 115 MW.

Le Tableau 4 rappelle la puissance annuelle installée entre les années 2005 et 2013. Les données des années 2009 - 2012 déjà publiées ont été révisées pour tenir compte des

corrections apportées par l'Atlas Observ'er et le SOeS. Les données 2013 demeurent prévisionnelles et pourront être réajustées dans une prochaine édition.

Tableau 4 – Capacité installée par applications (MW par an)

Application	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Off-grid	1,1	1,5	1,0	0,4	6,3	0,1	0,1	0,2	0,1
Grid-connected distributed	5,9	9,4	36,6	97	151	667	1326	771	392
Grid-connected centralised	0	0	0	7	34	168	444	344	251
Grid-connected sub-total	5,9	9,4	36,6	104	185	835	1 770	1 115	643
Total (MW)	7,0	10,9	37,6	104,4	191,3	835,1	1 770,1	1 115,2	643,1

Sources : SOeS, précédents rapports IEA NSR France. Certaines valeurs ont été réajustées pour tenir compte des révisions SOeS, Atlas Observ'er et ADEME.

1.2.2 Puissance PV cumulée fin 2013

Le Tableau 5 présente la puissance totale cumulée fin 2013 selon les catégories de systèmes : raccordés au réseau (décentralisé et centralisé au sol) et hors-réseau.

La capacité totale du parc de production photovoltaïque raccordée au réseau fin 2013 est estimée à 4 703 MW (318 924 systèmes) en augmentation de 16 % par rapport à la fin 2012 (4 060 MW et 285 580 systèmes).

Tableau 5 – Puissance photovoltaïque cumulée fin 2013 (MW)

Raccordé au réseau			Hors réseau
Décentralisé	Centralisé au sol	Sous-total Raccordé	Résidentiel/ professionnel
3 455 MW (73 %) (318 767 systèmes)	1 248 MW (27 %) (157 systèmes)	4 703 MW (318 924 systèmes)	29,7 MW

Sources : SOeS, Atlas Observ'er and ADEME.

Les centrales au sol mobilisent 27 % de la puissance totale des modules photovoltaïques installés. 70 % de la puissance totale des modules est montée sur les toits de bâtiments en mode d'intégration total (IAB) ou simplifié (ISB). Des montages en surimposition de toiture se trouvent surtout dans les départements d'outre-mer et comptent pour environ 3 % des installations totales.

Le Tableau 6 détaille la puissance cumulée fin 2013 selon les tranches de puissance (statistiques SOeS). Les systèmes résidentiels de puissance inférieure ou égale à 3 kW représentent 83 % du nombre total d'installations et 15 % de la puissance totale cumulée alors que les systèmes de puissance supérieure à 250 kW représentent 0,3 % du nombre total d'installations et 44 % de la puissance totale cumulée.

Tableau 6 – Puissance cumulée en France fin 2013

Tranche de puissance	Nombre d'installations (part du total)	Puissance (part du total)
0 – 3 kW	82,7 %	15,0 %
3 kW – 9 kW	8,5 %	3,4 %
9 kW – 36 kW	4,7 %	7,8 %
36 kW – 100 kW	2,2 %	11,3 %
100 kW – 250 kW	1,6 %	18,5 %
> 250 kW	0,3 %	44,1 %
Total	100 % (318 924 instal.)	100 % (4 703 MW)

Source : Tableau de bord SOeS n° 498 et n° 522.

Le Tableau 7 rappelle les puissances cumulées au 31 décembre de chaque année depuis l'année 2005 selon les catégories de systèmes raccordés au réseau (décentralisé et centralisé au sol) et hors-réseau. Les données publiées dans les précédents rapports NSR France pour IEA PVPS ont été réajustées à partir des dernières informations du SOeS et de l'Atlas Observ'er.

Tableau 7 – Puissance photovoltaïque cumulée par applications à fin 2013 (MW)

Application	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Hors réseau	20,0	21,5	22,5	22,9	29,2	29,3	29,4	29,6	29,7
Raccordé décentralisé	6	15	52	149	299	966	2 292	3 063	3 455
Raccordé centralisé au sol	0	0	0	7	41	209	653	997	1 248
Sous-total raccordé	6	15	52	156	340	1 175	2 945	4 060	4 703
Total (MW)	26,0	36,5	74,5	179	369	1 204,3	2 974,4	4 089,6	4 732,7

Sources : SOeS, précédents rapports IEA NSR France. Certaines valeurs ont été réajustées pour tenir compte des révisions SOeS, Atlas Observ'ér et ADEME.

La Figure 1 représente l'évolution de la puissance du parc photovoltaïque national raccordé au réseau entre 2006 et 2013 (raccordements annuels et parc en fin d'année).

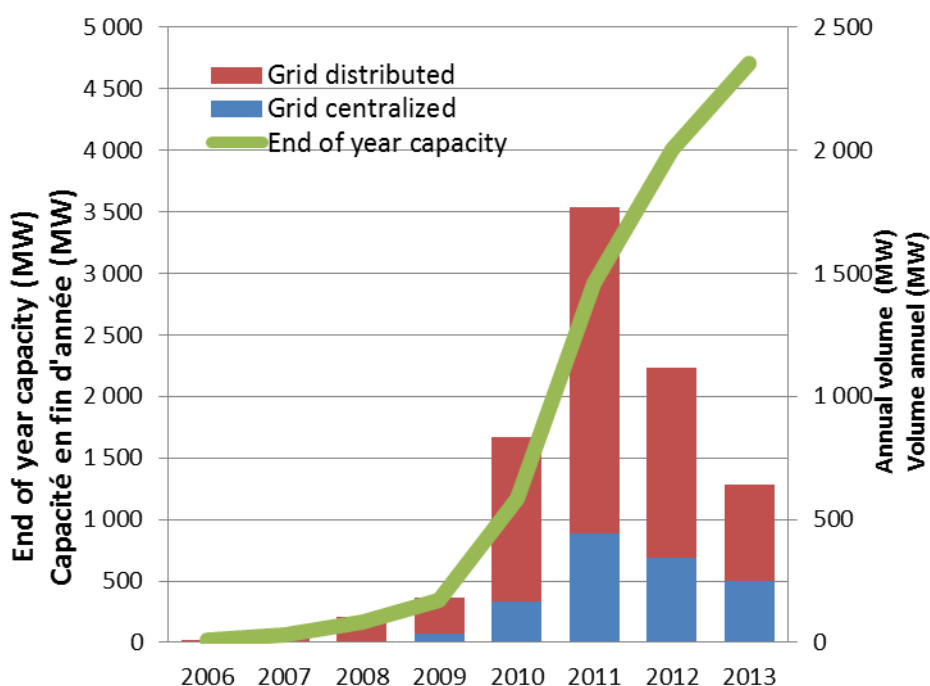


Figure 1 – Historique des volumes raccordés au réseau en France (annuel et cumulé)

Les principales zones d'installations en France métropolitaine se situent dans les régions où l'ensoleillement est le plus important. Le Tableau 8 présente les six régions les plus actives : elles mobilisent 61 % de la puissance et 54 % du nombre d'installations. En 2013, la puissance installée dans ces régions est proche des trois-quarts de la puissance installée en France métropolitaine (22 régions, 4 373 MW, 312 816 systèmes).

Tableau 8 – Principales contributions des régions (France métropolitaine)

Région	Puissance totale cumulée et part régionale (%)	Proportion du nombre d'installations (%)	Nouvelle puissance raccordée en 2013
Provence – Alpes – Côte d'Azur	15,2 %	7,3 %	22 %
Midi-Pyrénées	11,3 %	6,5 %	11 %
Aquitaine	11,2 %	7,6 %	11 %
Languedoc-Roussillon	10,0 %	7,9 %	17 %
Rhône-Alpes	6,9 %	13,1 %	6 %
Pays de la Loire	6,7 %	11,5 %	5 %
Total pour ces 6 régions	61 % (2 668 MW)	54 %	73 % (443 MW)

Source : SOeS, ADEME.

Les départements d'outre-mer (DOM) représentent 7 % (331 MW) de la puissance totale nationale et 1,9 % du nombre d'installations (6 188 systèmes). L'île de la Réunion compte à elle seule 46 % de la puissance installée en DOM. On note une importante diminution des

demandes de raccordement d'installations photovoltaïques dans les régions d'outre-mer (DOM) et en région Corse suite à la limite des 30 % d'énergies intermittentes imposée par le gestionnaire des réseaux insulaires EDF-SEI.

1.2.3 Parc photovoltaïque et marché de l'énergie

Le Tableau 9 positionne la production d'électricité d'origine photovoltaïque dans le contexte général du marché de l'énergie électrique en France métropolitaine (hors DOM) en 2013. Les données photovoltaïques sont extraites du « Bilan électrique RTE 2013 » et sont un peu différentes des statistiques SOeS. La production PV en 2013 est évaluée à 4,6 TWh, en augmentation de 15 % par rapport à 2012. La capacité photovoltaïque totale représente 3,4 % de la capacité électrique totale nationale. La production d'énergie PV couvre 1 % de la consommation nationale d'énergie électrique. Le facteur de charge annuel moyen est de 13 %. En 2013, 51 % des nouvelles capacités de production électrique mises en service en France métropolitaine sont le fait des installations photovoltaïques de l'année.

Tableau 9 – Le photovoltaïque dans le marché national de l'électricité

Puissance photovoltaïque totale rapportée à la puissance électrique nationale	3,4 %
Puissance photovoltaïque installée en 2013 rapportée à la <u>nouvelle</u> puissance électrique mise en service en 2013	51 %
Production d'électricité photovoltaïque rapportée à la consommation électrique totale	1 %

Source : Bilan électrique RTE 2013.

Le *Panorama des énergies renouvelables 2013*, publié par RTE, SER, ERDF et ADEEF présente une analyse détaillée pour chaque région administrative (production, facteur de charge, taux de couverture de la consommation). On y apprend que le pic puissance PV injectée a été atteint le 21 août 2013 à 14 h avec 3 052 MW et que le taux moyen de couverture de la consommation par la production photovoltaïque a atteint un maximum de 7,3 % le 11 août 2013 à 14 h.

1.2.4 Technologies des modules utilisés

L'Atlas Observ'er des systèmes photovoltaïques de puissance supérieure à 1 MW (novembre 2013) permet d'identifier les technologies des modules photovoltaïques utilisés dans cette gamme de puissance toutes applications confondues : production décentralisée et production centralisée. Les modules au silicium cristallin comptent pour 63 % de la puissance installée, et les modules à couches minces, 37 % (Tableau 10). Une liste des systèmes de 0,1 MW à 1 MW publiée par Observ'er (novembre 2013) confirme la prépondérance du silicium cristallin mais les données sur l'ensemble du parc photovoltaïque français ne sont pas disponibles. On peut estimer cependant que la technologie des modules PV au silicium cristallin représente environ 85 % du parc installé.

Tableau 10 – Technologie des modules PV utilisés dans les systèmes supérieurs à 1 MW

Technologie module PV	Matériau des cellule PV	Pourcentage en puissance
Silicium cristallin	Silicium multicristallin (mc-Si)	38 %
	Silicium monocristallin (sc-Si)	25 %
Couche mince	CdTe/CdS	35 %
	a-Si:H (et variantes), CIGS	2 %

Source : Atlas Observ'er.

1.2.5 Tendances du développement des applications

1.2.5.1 Suivi solaire, CPV, Ombrières

Les deux premiers appels d'offres nationaux pour les systèmes supérieurs à 250 kW lancés en 2011 et 2013 ont retenu les applications sur bâtiments et les centrales au sol sur structures fixes mais ont aussi laissé la place à d'autres applications : centrales au sol avec systèmes de suivi du soleil (cible 200 MW), centrales photovoltaïques à concentration (CPV) avec facteur de concentration supérieur à 400 (cible 80 MW) et ombrières d'aires de stationnement (env. 200 MW).

1.2.5.2 Autoconsommation

Le concept de l'autoconsommation se développe. Plusieurs avantages techniques et économiques sont avancés pour le producteur, le gestionnaire de réseau et la collectivité en général. Les PME du secteur y voient un nouveau levier de croissance et d'emploi. Trois Régions ont lancé des appels d'offres sur ce type d'applications.

Un groupe de travail sur l'autoconsommation-autoproduction a été mis en place en décembre 2013 par la Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC) pour discuter des modalités d'une éventuelle mesure de soutien établie dans le cadre de la future loi de programmation sur la transition énergétique.

2 ASPECTS ÉCONOMIQUES

2.1 Coûts et rentabilité

La Commission de régulation de l'électricité (CRE) a édité en avril 2014, une analyse intitulée *Coûts et rentabilité des énergies renouvelables en France métropolitaine*. L'objectif de l'étude était de s'assurer que le soutien public, financé par la CSPE ne donnait pas lieu à des profits excessifs et, aussi, de vérifier que les tarifs d'obligation d'achat, en niveau comme en structure, étaient adaptés aux réalités technologiques et industrielles des filières. Il a été observé que les taux de rentabilité de la filière photovoltaïque étaient en nette baisse. Ils étaient supérieurs au coût moyen pondéré du capital (CMPC) et parfois excessifs avant le moratoire du quatrième trimestre 2010. La mise en œuvre d'appels d'offres sur les segments les plus concurrentiels de la filière a permis de ramener les rentabilités à des niveaux proches du CMPC de référence. La CRE recommande de maintenir les appels d'offres et les tarifs d'achat à révision périodique.

2.2 Prix des systèmes

Le prix moyen installé des systèmes résidentiels avec modules européens intégrés au bâti (IAB), est environ 3,6 EUR/W. Les installations à intégration simplifiée (ISB) sur bâtiments commerciaux reviennent à 1,9 EUR/W. Le prix clé-en-main des centrales est en moyenne à 1,5 EUR/W (tous les prix indiqués sont hors TVA).

Tableau 11 – Prix installé de certaines applications (EUR/W) 2013

Catégorie/Puissance unitaire	Applications	Prix EUR/W*
Raccordé, intégré IAB sur toiture < 3 kW	Résidentiel avec intégration au bâtiment	3,3 - 3,7 EUR/W
Raccordé, sur toiture ISB < 36 kVA	Toit avec intégration simplifiée (ISB)	3,1 - 3,3 EUR/W
Raccordé sur toiture ISB 100 kW - 250 kW	Toit de bâtiment industriel, commercial ou agricole (ISB)	1,8 - 2,0 EUR/W
Centralisé au sol > 2 MW	Centrale PV au sol	1,4 - 1,6 EUR/W
Hors réseau résidentiel 3-5 kW (avec batterie de stockage)	Résidence hors-réseau	10 - 15 EUR/W

Source : ADEME, FACE. *hors taxes.

Tableau 12 – Évolution des prix moyens de trois types de systèmes connectés au réseau (EUR/W)

Application	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Résidentiel IAB	8,4	8,2	6,9	5,9	3,9	3,7	3,6 EUR/W
Grande toiture ISB	7,8	7,6	6,4	5,5	2,6	2,0	1,9 EUR/W
Centrale au sol	6,3	6,2	5,2	4,5	2,0	1,6	1,5 EUR/W

Source : ADEME

3 POLITIQUE DE SOUTIEN

3.1 Contexte général

Le plan français d'action en faveur des énergies renouvelables prévoit de porter à 23 % au moins la part des énergies renouvelables dans la consommation finale d'énergie à l'horizon 2020. En 2009, la Programmation pluriannuelle des investissements (PPI) de production d'électricité a prévu un volume cible de 5 400 MW de photovoltaïque raccordé au réseau en 2020. La progression spectaculaire du secteur PV, a conduit le Gouvernement à contrôler dès la fin 2010 l'impact financier des mesures de soutien. En 2011, un arrêté a mis en place un dispositif de soutien aux installations photovoltaïques. Il prévoit deux mécanismes complémentaires selon la puissance des installations :

- des tarifs d'achat ajustables chaque trimestre pour les installations sur toiture de puissance PV inférieure à 100 kW ;
- des appels d'offres de deux types : « simplifiés » pour des installations sur bâtiments de puissance comprise entre 100 kW et 250 kW et « ordinaires » pour les plus grandes installations de puissance supérieure à 250 kW.

Au début de l'année 2013, le ministère de l'Écologie a souhaité relancer l'activité en portant la cible à 800 MW par an pour les installations souhaitant bénéficier des mécanismes de soutien et ceci jusqu'en 2017. La moitié de la cible annuelle se partage entre installations résidentielles intégrées au bâti (IAB) jusqu'à 9 kW et installations de 9 kW à 100 kW en mode d'intégration simplifié (ISB). L'autre moitié de la cible annuelle est dédiée aux appels d'offres : environ 1/3 pour les installations sur bâtiment comprises entre 100 kW et 250 kW et environ 2/3 pour les installations de plus de 250 kW.

3.2 Tarifs d'achat

Le dispositif de soutien aux énergies renouvelables mis en place par la loi oblige l'agence EDF OA (EDF Agence obligation d'achat) et les entreprises locales de distribution (ELD) à acheter l'électricité produite à partir des sources d'énergies renouvelables à un tarif d'achat plus élevé que le prix du marché, afin de leur permettre d'accomplir leur développement tout en assurant une rentabilité normale aux investisseurs. Le tarif d'achat est soit fixé par un arrêté, soit déterminé par un appel d'offres.

La politique des tarifs d'achat est financée par la Contribution au service public de l'électricité (CSPE), taxe qui est payée par les consommateurs d'électricité sur leur facture.

Tableau 13 - Dates-clefs de la politique de soutien par les tarifs d'achat

10 juillet 2006	arrêté instaurant des tarifs d'achat bonifiés de l'électricité photovoltaïque (cette mesure faisait suite à la mise en place en 2004 d'un crédit d'impôt pour les particuliers de 50 % sur le prix des équipements).
10 déc. 2010	suspension durant trois mois de l'obligation d'achat et du raccordement des installations photovoltaïques de puissance supérieure à 3 kW (le secteur résidentiel inférieur à 3 kW n'est pas concerné par la mesure).
4 mars 2011	arrêté indiquant les nouveaux tarifs d'achat applicables. Instauration d'un ajustement trimestriel pour les installations sur les bâtiments de moins de 100 kW et mise en place d'appels d'offres pour les installations PV de plus de 100 kW. Volume plafonné à 500 MW par an.
7 janvier 2013	annoncé par le gouvernement en octobre 2012, la grille tarifaire est simplifiée (Tableau 14) et une majoration des tarifs d'achat de 5 % ou 10 % est appliquée aux projets dont les modules photovoltaïques ont été fabriqués dans l'Espace économique européen (mesure valide du 1 ^{er} février 2013 au 10 mars 2014). Le volume est porté à 800 MW par an jusqu'en 2017. De nouveaux appels d'offres pour les systèmes de puissance supérieure à 100 kW ont été mis en place (Tableau 15).

La grille des tarifs d'achat garantis a été simplifiée et modifiée par l'arrêté du 7 janvier 2013 pour entrer en vigueur le 1^{er} février 2013. Le tarif T1 d'intégration au bâti (IAB) s'applique désormais quel que soit l'usage du bâtiment et ceci pour les installations de puissance inférieure à 9 kW (Tableau 14). Le tarif dit T4 pour l'intégration simplifiée au bâti (ISB) s'applique jusqu'à 100 kW. Tout autre type d'installation jusqu'à 12 MW doit se référer au tarif T5. Le dépôt d'un dossier de candidature aux appels d'offres est une alternative au tarif d'achat T5. Comme auparavant, des coefficients de dégressivité s'appliquent chaque trimestre aux tarifs garantis en fonction du nombre de demandes complètes de

raccordement effectuées le trimestre précédent. Les tarifs d'achat sont applicables pour les options de vente de l'énergie en totalité ou de vente partielle. La baisse annuelle des tarifs d'achat est plafonnée à 20 %. Ce seuil a été atteint en 2013 pour le tarif T4 (ISB).

Tableau 14 – Tarifs d'achat au premier et au dernier trimestre 2013 (EUR/kWh)

Tarif d'achat et type d'installation	Puissance (W)	Tarif* T1 2013 (EUR/kWh)	Tarif* T4 2013 (EUR/kWh)	Baisse annuelle (%)
T1 - Intégré au bâti (IAB)***	$P \leq 9$ kW	0,3159	0,2910	7,9 %
T4 - Intégré simplifié au bâti (ISB)***	$P \leq 36$ kW	0,1817	0,1454	20 %**
	36 kW < $P \leq 100$ kW	0,1727	0,1381	20 %**
T5 - Tout type d'installation	$P < 12$ MW	0,0818	0,0755	7,7 %

*Majoration tarifaire de 5 % ou 10 % pour les modules fabriqués dans l'Espace économique européen appliquée jusqu'au 10 mars 2014.

**Baisse annuelle plafonnée à 20 %.

***Les critères techniques et non techniques d'intégration IAB et ISB sont définis à l'annexe 2 de l'arrêté du 4 mars 2011.

Une nouvelle mesure est entrée en vigueur à partir du 1^{er} février 2013 sur toutes les applications (tarifs T1, T4 et T5, Tableau 14). Il s'agit d'une majoration du tarif d'achat pour les installations dont les modules photovoltaïques ont été fabriqués sur un site de production de l'Espace économique européen : 10 % si le processus de fabrication est complet (lingot/plaque, plaque/cellule au silicium cristallin ou cellule/module au silicium cristallin ; module à couche mince) et 5 % si le processus est partiel (cellule ou module au silicium cristallin). Cette mesure a été retirée sur demande de la Commission européenne qui a considéré que ce dispositif constituait une entrave à la libre circulation des modules photovoltaïques. Les projets dont la demande complète de raccordement avait été déposée avant le 10 mars 2014 pouvaient encore bénéficier de la majoration tarifaire.

Le tarif défini lors de la signature du contrat est garanti pour une période de 20 ans. Une fois sécurisé, le tarif d'achat d'un projet n'est plus affecté par la dégressivité trimestrielle. Il est indexé chaque année sur la base de deux indices économiques définis par l'Insee.

La gestion financière des contrats d'achats d'énergie électrique photovoltaïque est de la responsabilité d'EDF Agence Obligation d'Achat (EDF OA) et des entreprises locales de distribution (ELD). La société ERDF, en charge du réseau électrique, établit les contrats de raccordement et d'accès au réseau public de distribution et d'exploitation (systèmes photovoltaïques < 36 kVA).

3.3 Crédit d'impôt développement durable

Les particuliers peuvent bénéficier d'un crédit d'impôt déductible du revenu d'un montant de 11 % du coût du matériel indiqué sur le devis avec un plafond de 1 056 EUR. La TVA sur le prix du matériel et le coût de l'installation est de 7 %. Ce crédit d'impôt a été supprimé à compter du 1^{er} janvier 2014 et le taux de TVA est passé à 10 %.

3.4 Appels d'offres pour systèmes PV

Des appels d'offres portant sur des installations de production photovoltaïque raccordée au réseau public de distribution avec des puissances supérieures à 100 kW ont été lancés dès 2011. Le Tableau 15 résume la situation jusqu'au début de l'année 2014. La gestion des appels d'offres est confiée à la Commission de régulation de l'énergie (CRE), autorité administrative chargée de réguler les marchés de l'électricité et du gaz.

Dans le cadre des appels d'offres, ce sont les candidats qui proposent un prix d'achat de l'électricité. Les modalités de sélection des dossiers et des engagements du candidat sont précisées dans les cahiers des charges. La notation des dossiers se fonde sur les critères de prix d'achat de l'électricité et d'évaluation de l'impact environnemental dont le bilan carbone des modules photovoltaïques.

3.4.1 Appels d'offres nationaux pour systèmes 100 kW-250 kW

Ce type d'appel d'offres dit « simplifié » porte sur la réalisation et l'exploitation d'installations photovoltaïques d'une puissance comprise entre 100 kW et 250 kW. Les installations doivent respecter les conditions d'intégration simplifiée au bâti. La première série d'appels d'offres lancée en 2011 a été divisée en sept périodes de candidature dont la puissance cible totale a été fixée à 300 MW dont 120 MW pour la première période et 30 MW pour les six périodes suivantes.

Le ministère de l'Écologie (MEDDE) a jugé fin 2012 que les résultats avaient été peu satisfaisants en termes de retombées industrielles notamment pour la filière française. En conséquence, les deux dernières périodes de candidature prévue en début 2013 ont été suspendues et remplacées par un nouvel appel d'offres lancé en mars 2013. Celui-ci visait la construction de toitures PV pour un total de 120 MW répartis en trois périodes de 40 MW. La sélection des projets est effectuée sur deux critères : prix auquel le candidat souhaite que l'électricité livrée au réseau soit rémunérée sur une durée de 20 ans (pondération 2/3) et évaluation du bilan carbone du processus de fabrication des modules photovoltaïques (pondération 1/3).

Les résultats des 3^e, 4^e et 5^e périodes de l'appel d'offres 2011 (P1.3 à P1.5) pour les systèmes de 100 kW à 250 kW ont été publiés en 2013 (Tableau 15). Rappelons que les deux premières périodes analysées dans un précédent rapport avaient sélectionné 66 MW, en deçà du volume-cible fixé à 150 MW.

La deuxième série d'appels d'offres lancée en mars 2013 a légèrement dépassé, pour ses deux premières périodes P2.1 et P2.2, la cible initiale avec une puissance totale de 81 MW sur 370 projets. L'évaluation carbone simplifiée était en moyenne de 500 kg équivalent CO₂ par kW.

3.4.2 Appel d'offres nationaux pour systèmes supérieurs à 250 kW

Ce type d'appel d'offres dit « ordinaire » porte sur la réalisation et l'exploitation d'installations photovoltaïques d'une puissance supérieure à 250 kW et inférieure à 12 MW. Les exigences ont été accrues sur la qualité environnementale et industrielle des projets avec notamment l'obligation de recyclage en fin de vie.

Le premier appel d'offres CRE 1 > 250 kW a été lancé en septembre 2011 (cible 450 MW). Les catégories d'applications considérées concernaient le PV sur bâtiment ISB, les centrales au sol, les ombrières d'aires de stationnement, le PV à concentration et le solaire thermodynamique. 105 projets pour un total de 520 MW ont été retenus soit 70 MW de plus que l'objectif initial.

Un deuxième appel d'offres CRE 2 > 250 kW a été lancé en mars 2013 pour une puissance cible de 400 MW. Il visait les technologies sur bâtiment (140 MW), les ombrières de parking (60 MW), les centrales au sol avec suiveur solaire (100 MW), les centrales au sol à concentration (facteur de concentration supérieur à 400, 20 MW), les installations mixtes concentration/non concentration (40 MW + 40 MW). Le cahier des charges de cet appel d'offres incluait des dispositions visant à privilégier le développement des centrales au sol sur les sites dégradés (friches industrielles, anciennes carrières ou décharges...) et demandait de fournir une évaluation des impacts environnementaux et des risques industriels ainsi qu'une évaluation carbone simplifiée des modules photovoltaïques sans cadre. Chaque dossier devait en outre proposer un projet de R&D. La CRE a déclaré éligibles plus de 350 propositions totalisant un volume de plus de 1,7 GW (dont 70 % de centrales avec suiveurs solaires) alors que la cible rappelons-le était de 400 MW. Les résultats officiels ont été publiés au début 2014. La sélection a porté sur 121 projets totalisant 380 MW. Le prix d'achat proposé le moins élevé était celui des centrales au sol avec modules classiques et suiveurs solaires et le plus élevé celui des centrales à concentration.

Le troisième appel d'offres CRE 3 > 250 kW pour les grandes installations supérieures à 250 kW est en préparation à la date de la rédaction de ce rapport. La CRE a initié une consultation publique en mars 2014 pour recueillir les avis des acteurs sur les améliorations qui pourraient être apportées au cahier des charges. L'appel d'offres prévoyait une capacité cumulée de 400 MW de systèmes photovoltaïques « en intégration au système électrique ».

Pour résumer, les appels d'offres lancés en 2011, 2012 et 2013 avec un volume recherché de 1 170 MW (hors P2.3 et CRE 3) ont conduit à la sélection de 1 138 MW (1 352 projets). On pourra noter que plus de 4 GW de projets avaient été reçus par la CRE. Les prix d'achat moyens de l'électricité selon les tranches de puissance et les types d'applications s'élevaient à 200 EUR le MWh pour les premiers appels d'offres et à 140 EUR le MWh pour les projets les plus récents (Tableau 15).

Tableau 15 – Résumé des appels d'offres PV lancés par la CRE depuis 2011

Type d'appel d'offres	L : date de lancement DL : date limite de dépôt	Puissance cible	Résultats (MW) E : éligible S : sélectionné	Nombre de projets E : éligible S : sélectionné	Prix de vente moyen de l'électricité* (EUR/MWh)
1 – Appels d'offres « simplifiés » : 100 kW - 250 kW Intégration simplifiée au bâti					
1.1 – Première série de 7 périodes (les 2 dernières ont été annulées) 2011-08					
1 ^{re} période P1.1	L : 2011-08 DL : 2012-01	120 MW	S : 45,0 MW	S : 218	229* EUR/MWh
2 ^e période P1.2	L : 2011-08 DL : 2012-03	30 MW	S : 20,9 MW	S : 109	211* EUR/MWh
3 ^e période P1.3	L : 2011-08 DL : 2012-06	30 MW	S : 30,2 MW	S : 148	220* EUR/MWh
4 ^e période P1.4	L : 2011-08 DL : 2012-09	30 MW	S : 30,9 MW	S : 143	194* EUR/MWh
5 ^e période P1.5	L : 2011-08 DL : 2012-12	30 MW	S : 29,9 MW	S : 138	200* EUR/MWh
1.2 – Deuxième série de 3 périodes (remplace les 6^e et 7^e périodes de la série précédente) 2013-03					
1 ^{re} période P2.1	L : 2013-03 DL : 2013-10	40 MW	S : 40,3 MW	S : 177	168* EUR/MWh
2 ^e période P2.2	L : 2013-03 DL : 2014-02	40 MW	S : 40,7 MW	S : 193	165*EUR/MWh
3 ^e période P2.3	L : 2013-03 DL : 2014-06	40 MW	n.d.	n.d.	n.d.
2 – Appels d'offres « ordinaires » : 250 kW - 12 MW Grandes toitures, centrales au sol...					
CRE 1 > 250 kW	L : 2011-09 DL : 2012-02	450 MW	E : 1 891 MW S : 520 MW	E : 316 S : 105	213*EUR/MWh
CRE 2 > 250 kW	L : 2013-03 DL : 2013-09	400 MW	E : 1 726 MW S : 380 MW	E : 357 S : 121	142*EUR/MWh
CRE 3 > 250 kW En projet	L : 2014-? DL : 2014-?	400 MW	n.d.	n.d.	n.d.
Total (2011 - 2013) (hors P2.3 et CRE 3)		1 170 MW (hors P2.3 et CRE 3)	1 137,9 MW (hors P2.3 et CRE 3)	1 352 syst. (hors P2.3 et CRE 3)	

Source : CRE. *Moyenne pondérée des dossiers éligibles correspondant à plusieurs types de systèmes. Valeurs prévisionnelles.

Le ministère a publié en 2013 et début 2014 les listes des entreprises sélectionnées à l'issue des appels d'offres CRE. Les principales sociétés retenues par ordre de volume de puissance sont citées dans le Tableau 16.

Tableau 16 – Principaux lauréats des appels d'offres CRE 2012/2013

Appels d'offres CRE 2012/2013	Opérateurs (Classés par ordre de volume de puissance à installer)
1 ^{re} série P1.3 et P1.4 100 kW - 250 kW	Tenesol/Sunpower, Générale du Solaire, Photosol, Langa Solar, Armorgreen, Facilasol, Urbasolar, Vienne Énergies, ...
1 ^{re} série P1.5 100 kW - 250 kW	Générale du Solaire (Vol-V, Sovafim, Prapec), Urbasolar, Tenergy, Mecojit, IEL Exploitation, Valsolar, Sun Premier, ...
2 ^e série P2.1 100 kW - 250 kW	Volume projets ≥ 1 MW : JIT Solaire/Séolis, Irisolaris, Langa Solar, Klara Energies, Armorgreen, IEL, Urbasolar, Valeco et Arkolia Energies, Méthode Carré, Générale du Solaire ...
2 ^e série P2.2 100 kW - 250 kW	Volume projets ≥ 2 MW : Technique Solaire, Tenergy, Armorgreen, IEL, Facilasol...
CRE 2 > 250 kW	GDF-Suez (Compagnie du Vent, CNR), Urbasolar, Quadran, Valeco, Fonroche, Voltalia, Coruscant, Langa, Solairedirect et Enfinity... Les centrales à concentration et les centrales avec suiveurs solaires verront la participation des acteurs de ces domaines : Exosun, Heliotrop, Optimum Tracker et Soitec.

Sources : CRE, Greenunivers

3.4.3 Appels d'offres des collectivités territoriales

Les conseils régionaux et les conseils départementaux mènent des politiques de promotion photovoltaïque. Certaines communautés de communes sont également actives. Les interventions sont très diverses. Le syndicat Enerplan tient à jour une liste des aides accordées par les collectivités territoriales. Les Régions Alsace, Aquitaine et Poitou-Charentes ont lancé des appels d'offres sur les projets photovoltaïques en autoconsommation. L'objectif est de soutenir la réalisation d'installations sans critère d'intégration au bâti de 10 kW à quelques centaines de kW dont au moins 70 % de la production électrique est autoconsommée. Les bénéficiaires peuvent être des collectivités locales et leur groupement, des activités tertiaires publiques ou privées et des entreprises s'inscrivant dans une approche globale d'efficacité énergétique. Les aides accordées prennent la forme d'aide à l'investissement ou d'avances remboursables plafonnées. Les études préalables peuvent recevoir des aides financières.

Outre les aides financières accordées aux lauréats des appels à projets régionaux, les particuliers peuvent dans certains cas recevoir une subvention des collectivités pour financer les installations photovoltaïques en autoconsommation (avec ou sans revente du surplus) d'une puissance inférieure à 9 kW.

3.4.4 Plans régionaux SRCAE et S3REnR

Les Régions ont préparé en 2012/2013 leurs Schémas régionaux du climat, de l'air et de l'énergie (SRCAE) en définissant les pistes du déploiement des énergies renouvelables sur leurs territoires : environ 15 GW d'installations PV sont prévus à l'horizon 2020. Les Schémas régionaux de raccordement au réseau des énergies renouvelables (S3REnR) mis en place, à ce jour, par 10 régions ont planifié les évolutions du réseau. Chaque producteur qui dispose d'une installation de plus de 36 kVA devra contribuer financièrement au raccordement et au renforcement du réseau. La quote-part pourra atteindre 70 000 EUR par MW. Les syndicats professionnels ont fait des propositions pour tenter d'améliorer la pertinence des schémas S3REnR sur trois modalités : la méthode d'élaboration, la planification des capacités réservées et le financement des investissements.

3.5 Politiques indirectes

Diverses initiatives concourent au développement et à la promotion du photovoltaïque. Nous en donnons ici quelques exemples.

3.5.1 Pôles de compétitivité

Un pôle de compétitivité rassemble sur un territoire bien identifié et sur une thématique ciblée, des entreprises, petites et grandes, des laboratoires de recherche et des établissements de formation. Trois pôles de compétitivité développent des actions dans le

photovoltaïque : Tenerrdis en région Rhône-Alpes, Derbi en régions Languedoc-Roussillon et Midi-Pyrénées et Capenergie en région Provence – Alpes – Côte d'Azur. Les projets collaboratifs labellisés par les pôles reçoivent des financements du Fonds unique interministériel (FUI) ou du programme d'Investissements d'avenir en impliquant diverses agences comme l'ADEME, l'ANR ou Bpifrance.

3.5.2 Organisations professionnelles et associations

Les syndicats professionnels ENERPLAN et SER-SOLER, les associations ASDER, CLER, HESPUL, mais aussi les associations d'utilisateurs et producteurs GPPEP, APESI, etc. sont très actifs et ont montré leur implication à l'occasion des consultations publiques et des débats sur la préparation de la loi de programmation sur la transition énergétique (vote au Parlement en 2014).

3.5.3 Événements, expositions, conférences

Plusieurs événements se sont tenus au cours de l'année 2013 en vue de promouvoir les énergies renouvelables, le photovoltaïque occupant une place importante. On notera, le 14^e colloque annuel du SER (février 2013), le 2^e colloque national solaire photovoltaïque SER (mai 2013) et l'assemblée générale du syndicat professionnel Enerplan qui fêtait ses 30 années d'action en faveur de l'énergie solaire (septembre 2013).

Les salons professionnels Bepositive/EnR à Lyon-Eurexpo (19 - 22 février 2013) et la 7^e édition Energaïa à Montpellier (4 - 6 décembre 2013) ont offert des cycles de conférences et des rencontres d'affaires. Des composants PV de conception française ont été distingués.

La 28^e conférence et exposition photovoltaïque européenne EU PVSEC s'est tenue à Paris-Villepinte (30 septembre - 4 octobre 2013). Le président de la conférence et son vice-président étaient des personnalités françaises de l'industrie et de la recherche. À cette occasion des ateliers parallèles, ouverts au public, ont été organisés par l'IEA PVPS et l'EPIA.

Pour l'ensemble de ces expositions les participants étaient moins nombreux que les années précédentes mais il a été reconnu que les contacts professionnels avaient été plus productifs.

La 6^e édition des Journées européennes du solaire (JES) organisées par Enerplan et ses partenaires (13 - 18 mai 2013) ont permis la réalisation de 608 événements grand-public.

Des journées d'études, colloques, stages et forums ont été organisés par les syndicats Enerplan, SER/Soler, les bureaux d'études Métrol, Tecsol, Transénergie ou l'institut INES. Les thèmes abordés étaient l'intégration du photovoltaïque à grande échelle dans le réseau électrique, l'autoconsommation, le financement des énergies renouvelables, la fiabilité des modules, les mesures de soutien aux énergies renouvelables, etc.

3.5.4 Export et initiatives méditerranéennes

Les opérateurs comme l'Agence française de développement (AFD), Ubifrance et le ministère de l'Économie avec les outils financiers FASEP (Fonds d'études et d'aide au secteur privé) ou RPE (Réserve pays émergents) interviennent pour accompagner à l'export les entreprises françaises de la filière solaire.

La marque France Solar Industry, pilotée par le SER, regroupe les industriels actifs dans le PV, le CPV et l'énergie solaire thermodynamique. L'objectif est d'offrir aux acteurs français et notamment aux PME une visibilité suffisante pour se positionner sur les marchés internationaux.

Plusieurs initiatives ont pour objectif de promouvoir une nouvelle politique de coopération et de développement dans toute la région méditerranéenne. L'Union pour la Méditerranée (UPM) compte parmi ses grands projets le Plan solaire méditerranéen (PSM) avec un objectif de construire 20 GW de capacité additionnelle d'électricité renouvelable d'ici 2020.

L'institut IMEDER, regroupe des organisations professionnelles des deux rives de la Méditerranée. Sous son égide, plusieurs événements comme des conférences et des salons ont été organisés par exemple, à Casablanca, le 3^e salon des EnR les 20 – 23 novembre 2013.

3.5.5 Règlements thermique

La Réglementation thermique RT 2012 fixe pour les bâtiments neufs un seuil maximal de consommation d'énergie primaire de 50 kWh/m².par an. Cette réglementation offre de nouvelles occasions de développement pour la filière solaire française et ceci n'est qu'une étape vers la prochaine réglementation RT 2020 dite Bâtiment à énergie positive (BEPOS) qui imposera aux nouveaux bâtiments de devenir des producteurs nets d'énergie.

3.5.6 Transition énergétique

Le Gouvernement a voulu que s'ouvre dès le début de l'année 2013 un grand débat national sur la transition énergétique. Parmi les pistes de réflexion : la sobriété énergétique, l'optimisation des systèmes de production et l'utilisation accrue des énergies renouvelables. L'électricité solaire photovoltaïque aura sa place. Un projet de loi de programmation sur la transition énergétique sera présenté au Parlement au deuxième semestre 2014.

3.5.7 Coopération franco-allemande

L'Office franco-allemand pour les énergies renouvelables a pour objectif d'échanger entre les deux pays des expériences et des connaissances sur les énergies renouvelables. Une plateforme de communication entre les deux pays permet la mise en réseau des différents acteurs. Thèmes des derniers ateliers : « Vers une industrie photovoltaïque européenne » et « Intégration des énergies renouvelables aux réseaux de distribution ».

4 FAITS MARQUANTS R&D ET BUDGETS

4.1 Faits marquants de la R&D

Pour mettre en œuvre la politique de recherche et d'innovation du gouvernement, les ministères s'appuient sur les organismes dont ils ont la tutelle comme l'ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie), l'ANR (Agence nationale de la recherche) ou Bpifrance (Banque publique d'investissement pour l'accompagnement de l'innovation dans les PME/PMI).

La recherche couvre des études très en amont de la chaîne de valeur (programme Progelec de l'ANR), des projets finalisés (programmes AMI de l'ADEME) et des prototypes industriels (programmes d'aide à l'industrialisation de Bpifrance). Ces programmes sont le fait d'une importante initiative du gouvernement appelée « Investissement d'avenir ».

Environ 40 équipes de recherche et pratiquement tous les fabricants de matériaux et de composants photovoltaïques sont impliqués dans les programmes de R&D en partenariat public-privé.

L'ADEME gère neuf projets du programme de R&D AMI « PV » lancé à la fin 2009. Les thèmes de recherche visent à augmenter les rendements de conversion des composants et réduire leurs coûts de fabrication. Les projets sont en cours de réalisation et seront évalués en 2015.

L'ADEME a mis en place en 2013 un appel à projets intitulé « Intégration optimisée des énergies renouvelables et maîtrise de la demande d'électricité » (INTOPENR) en complémentarité des programmes ANR. Il concerne l'amont de la chaîne d'innovation et se caractérise par l'identification des questions liées à l'évolution du système énergétique et l'identification des verrous à lever rapidement. La date limite des réponses était fixée au 21 mars 2014.

Au début de 2014, l'ADEME a lancé deux nouveaux Appels à manifestations d'intérêt (AMI). L'AMI « Énergies renouvelables » a pour objectif d'accompagner le développement de projets en complément des projets en cours avec notamment deux nouvelles thématiques, l'hybridation des différentes sources renouvelables et le froid renouvelable. Le volet photovoltaïque de cet AMI couvre les procédés et équipements innovants pour la fabrication de matériaux, de cellules et de modules. Il concerne également l'expérimentation et la validation de systèmes photovoltaïques originaux et les nouvelles techniques favorisant l'intégration au bâtiment des modules photovoltaïques.

Le deuxième AMI « Systèmes électriques intelligents » comprend notamment le thème de l'insertion de la production renouvelable distribuée.

L'Agence nationale de la recherche (ANR) maintient son effort sur le PV avec le programme Progelec (Production renouvelable et gestion de l'électricité, 2011-2013). Les sept projets photovoltaïques sélectionnés en 2013 s'ajoutent aux dix projets retenus les deux années précédentes.

L'Institut national de l'énergie solaire INES (CEA, CNRS, CSTB et Université de Savoie) est la principale organisation de R&D et de formation en matière d'énergie solaire en France. Son activité de recherche photovoltaïque couvre le silicium cristallin (de la matière première aux cellules), les matériaux organiques, les cellules et modules photovoltaïques, les composants photovoltaïques, les systèmes, le stockage et le développement d'applications. Son nouveau bâtiment « Hélios » à énergie positive complète les infrastructures. Depuis la création de l'INES, il y a sept ans, environ deux cents entreprises ont signé des contrats de recherche avec l'Institut.

L'Institut Photovoltaïque d'Île-de-France (IPVF) a été créé en associant des équipes de recherche publique du CNRS, de l'École Polytechnique et des laboratoires de l'industrie (Total, EDF, Air Liquide, Horiba Jobin Yvon et Riber). L'IPVF fait partie des neuf Instituts pour la transition énergétique (ITE) sélectionnés par le ministère. La construction d'un nouveau bâtiment sur le campus de recherche de Paris - Saclay a été décidée en octobre 2013. Les partenaires vont poursuivre leurs recherches sur les matériaux en couches minces, les procédés et les équipements et vont développer des concepts avancés de cellules et modules à haut rendement de conversion.

Les organismes publics CEA, CNRS et les laboratoires des universités et des écoles d'ingénieurs concourent aux recherches et aux innovations. Les travaux de R&D sont financés par des organismes publics nationaux comme l'ADEME, l'ANR et Bpifrance (en charge du Fonds unique interministériel, FUI). Les conseils régionaux peuvent également contribuer à des projets de développements industriels. On notera que certaines équipes participent aux programmes de Recherche et Innovation FP7-ENERGY de la Commission européenne.

Parmi les événements fédérateurs on notera les 3^{es} « Journées nationales du PV » (JNPV), du 3 au 6 décembre 2013 à Dourdan (91) organisées par le CNRS et la Fédération des laboratoires de recherche sur le PV (FedPV). On a remarqué les transmissions des sessions en direct sur Internet. La conférence « Les énergies renouvelables au service de l'humanité » s'est tenue le 3 octobre 2013 au siège de l'UNESCO à Paris, à l'endroit même où il y a 40 ans l'énergie solaire avait reçu une reconnaissance internationale. Une occasion de réactiver l'ambition universaliste du Congrès de 1973 sous les auspices de l'UNESCO, du CNRS et de l'ADEME.

4.2 Budgets pour le soutien du marché et de la R&D

4.2.1 Budget de soutien du marché

Le gouvernement a mis en place deux mesures incitatives pour favoriser le développement du photovoltaïque en France : les tarifs d'achat et le crédit d'impôt (voir 3).

Tarifs d'achat : Le coût de la politique de promotion du PV à travers les tarifs d'achat garantis ne relève pas d'un budget public (voir 3.2). La source de financement de la politique de tarifs d'achat est alimentée par les consommateurs d'énergie électrique à travers la Contribution au service public de l'électricité (CSPE) identifiée sur leurs factures. La Commission de régulation de l'énergie (CRE) a estimé à environ 1 800 MEUR le coût de la CSPE pour couvrir les projets de l'année 2013 pendant la durée des contrats d'achat (20 ans).

Instituée en 2003 par une loi, la CSPE est une taxe fixée par le gouvernement. Elle s'applique à la quantité d'électricité consommée par les particuliers et les industriels et s'élève à 13,50 EUR par MWh (2013). Son rôle est de compenser les surcoûts que supportent les opérateurs d'électricité pour l'ensemble de leur mission de service public. Par exemple, les surcoûts liés au principe d'assurer un prix égal de l'électricité pour tous les citoyens français (y compris ceux des départements d'outre-mer) ou les tarifications spéciales de personnes dans la précarité. Mais aussi les surcoûts résultant des politiques de soutien aux énergies renouvelables et à la cogénération.

Crédit d'impôt : Les particuliers, propriétaires d'une installation PV de puissance inférieure ou égale à 3 kW, bénéficient d'un crédit d'impôt développement durable (voir 3.3). Le coût de cette mesure est évalué à 19 MEUR en 2013.

4.2.2 Budget public R&D

En 2013, les agences publiques ADEME, ANR et Bpifrance ont continué le financement de nouveaux projets de recherche et d'innovation. Les avances remboursables sont un mode de financement privilégié pour les démonstrations préindustrielles. L'attribution de subventions est le deuxième mode de financement. Les subventions RDI de l'ANR et de l'ADEME accordées en 2013 s'établissent à environ 4 MEUR.

5 ACTIVITÉ INDUSTRIELLE

L'ensemble des métiers est représenté dans la chaîne de valeur du photovoltaïque français.

En amont, on trouve des sociétés qui fabriquent des lingots, des plaques, des cellules et des modules et des entreprises qui construisent et développent des machines pour la production. Des sociétés appartenant à de grands groupes proposent des matériaux et des équipements. Les composants et équipements hors modules (BOS) comme les onduleurs, les câbles, les instruments de contrôle, les structures support, les suiveurs solaires, etc. sont pris en compte. La partie aval de la chaîne de valeur concerne toutes les activités de mise en œuvre : les études, l'intégration des composants, la réalisation, l'exploitation, la maintenance, le recyclage des matériaux, etc.

Le SER recense environ 200 acteurs industriels sur l'ensemble de la chaîne de valeur. Ce chapitre s'intéresse plus particulièrement aux entreprises de matériaux et de composants photovoltaïques ayant des usines de fabrication en France.

5.1 Matériaux, lingots et plaques de silicium

En France, le choix technologique soutenu par les pouvoirs publics a été historiquement la filière du silicium multicristallin (matériau cristallin à gros grains). Les lingots de silicium multicristallin s'élaborent par solidification directionnelle (Photowatt/EDF ENR PWT, capacité annuelle équivalente à 90 MW) ou par coulée semi-continue en creuset électromagnétique (Emix, production pilote). Pour le découpage des lingots de silicium en plaques fines l'industrie utilise des scies à fil. Photowatt a été le pionnier du développement de cette technique en coopération avec un mécanicien suisse. Cette technique est maintenant utilisée par l'ensemble de l'industrie. La capacité annuelle de découpe de plaques de silicium est équivalente à 80 MW.

Deux projets industriels présentent une alternative à l'opération de découpe de lingots : l'élaboration d'un ruban de silicium par la compagnie SolarForce (procédé RST) et, proposée par la société S'tile, la fabrication de plaques de silicium par frittage de poudre de silicium. Les travaux sur la préparation de silicium matière première portent sur la voie dite métallurgique par opposition à la voie chimique traditionnelle : Ferropem/FerroAtlantica, Apollon Solar, l'INES et le SIMAP/CNRS collaborent au développement d'un pilote de production (Photosil).

5.2 Cellules photovoltaïques

Dans la filière du silicium cristallin les cellules photovoltaïques sont élaborées sur des plaques de silicium cristallin (variantes : monocristallin, multicristallin, « quasi-mono ») de 15,6 cm de côté et environ 200 µm d'épaisseur.

Dans la filière des couches minces, cellules et modules sont formés dans une série d'opérations de dépôts de couches et de gravure.

5.2.1 Cellules photovoltaïques au silicium cristallin

La société Photowatt créée en 1979 est le fabricant historique verticalement intégré. Détenue à 100 % par EDF ENR depuis mars 2012, elle porte la dénomination sociale EDF ENR PWT. Les cellules sont élaborées à partir de plaques issues de lingots de silicium multicristallin obtenus par un procédé de solidification directionnelle. La capacité annuelle de production de cellules photovoltaïques est de 95 MW.

La société MPO Energy prépare un projet industriel de fabrication de cellules photovoltaïques au silicium cristallin en utilisant la technique d'implantation ionique pour l'élaboration de la jonction. En 2013, la capacité de la ligne pilote de métallisation est de 20 MW.

La société Irysolar, filiale de l'équipementier Semco Engineering possède un pilote de fabrication de cellules au silicium de type N.

En 2013, la capacité annuelle de fabrication de cellules photovoltaïques au silicium cristallin est estimée à 135 MW.

5.2.2 Cellules photovoltaïques à concentration

L'entreprise Soitec développe des cellules photovoltaïques multijonctions GaInP/GaInAs/Ge à partir de technologies propriétaires. En 2013, en collaboration avec le l'Institut Fraunhofer et le CEA, une cellule quadruple jonction a atteint un rendement de conversion record de 44,7 % (facteur de concentration 300). Les cellules photovoltaïques à concentration sont destinées à être placées au foyer d'un concentrateur de lumière (voir module à concentration 5.3.3).

5.3 Modules photovoltaïques

Les modules photovoltaïques sont construits à partir des cellules mises en série électriquement et protégées de l'environnement par encapsulation entre une plaque de verre à l'avant et un matériau de protection à l'arrière (verre ou polymère). Les modules photovoltaïques s'identifient par le type de matériaux semi-conducteurs des cellules. On distingue deux filières. La première utilise des cellules élaborées à partir de plaques de silicium cristallin (monocristallin, multicristallin, « quasi-mono »). Le produit commercial est le module photovoltaïque au silicium cristallin. Celui-ci répond à la Norme d'homologation NF EN 61215. Les meilleurs modules au silicium cristallin du marché dépassent les 20 % de rendement de conversion.

La seconde filière fait appel à des couches minces de matériaux semi-conducteurs tels le silicium amorphe hydrogéné et ses variantes, les composés CIGS (Cu, In, Ga, Se) ou les composés CdTe/CdS. Ces couches minces sont déposées par des techniques diverses sur

un support rigide ou flexible de grande surface de l'ordre du m² (verre, acier inoxydable, polymère). Celui-ci constituera la base du module commercial à couche mince. L'encapsulation se fait avec du verre ou un matériau polymère, transparent en face avant. Le module photovoltaïque à couche mince répond à la Norme NF EN 61646. Les meilleurs modules du marché en matériaux CIGS ou CdTe offrent des rendements de conversion supérieurs à 13 %.

La puissance unitaire des modules photovoltaïques commerciaux courants couvre la gamme 100 W à plus de 300 W.

5.3.1 Modules au silicium cristallin

Les deux fabricants historiques de modules au silicium cristallin sont Photowatt (EDF ENR PWT) et Tenesol (maintenant Sunpower).

La société Photowatt/EDF ENR PWT fabriquait initialement les modules en France avec ses propres cellules. Dès 2011 cette activité a été confiée à des sous-traitants étrangers. La société relance cette fabrication en France en 2014. Les modules conservent leur appellation d'origine.

Le groupe Total avec sa filiale Sunpower possède en France deux sites de fabrication et d'assemblage de modules. Une autre usine de modules opère aux États-Unis. Les cellules photovoltaïques au silicium monocristallin à haut rendement utilisées pour la construction des modules sont manufacturées par Sunpower dans les usines situées en Malaisie et aux Philippines. La société fait valoir les rendements de conversion les plus élevés du marché avec ses modules à plus de 21,5 %.

Au cours de ces dernières années, d'autres entreprises de type PME se sont lancées dans la fabrication de modules photovoltaïques à partir de cellules au silicium cristallin importées. En 2013, on recensait en France douze entreprises.

Les modules typiques ont des puissances unitaires de 200 W à 340 W. La capacité annuelle de fabrication de modules en France est de 600 MW environ.

Le Tableau 17 présente une liste des fabricants de modules ayant en 2013 un outil de production situé en France. La société Photowatt/EDF ENR PWT ne figure pas dans cette liste car en 2013 ses modules n'étaient pas manufacturés sur le territoire français (ce critère répond au cahier des charges du rapport IEA PVPS).

Tableau 17 – Fabricants de modules PV au silicium cristallin en France en 2013

Bosch Solar Energy*, Elifrance-Thomson, Fonroche Énergie, Francewatts, KDG Energy, Sillia Énergie, SNA solar, Systovi, Sunpower/Tenesol, Total/Sunpower, VMH Énergies, Voltec Solar.
--

Source: SER. *Changement de portage en 2014.

Certaines de ces sociétés élaborent des laminés photovoltaïques qui peuvent être montés dans des cadres adaptés aux applications de l'intégration au bâti. D'autres sociétés développent des modules hybrides photovoltaïque/thermique (PV/T).

Le groupe allemand Bosch a décidé d'arrêter ses activités dans le domaine du silicium cristallin en mars 2013. Bosch Solar France a continué à produire des modules jusqu'à la fin 2013. L'activité a été reprise par le fabricant de modules Sillia Énergie associé à l'opérateur Urbasolar au début de 2014.

5.3.2 Modules à couche mince

La technique des couches minces de semi-conducteurs déposés sur un support de verre, de métal ou de plastique est attractive par la faible quantité de matériaux semi-conducteurs mise en jeu. En France, les matériaux retenus par les industriels sont le silicium amorphe hydrogéné (a-Si:H, technique de dépôt assisté par plasma, PECVD) et les composés CIGS (technique d'électrodépôt). Les matériaux organiques (OPV) pour applications photovoltaïques en sont à leurs débuts industriels et les objectifs initiaux concernent des applications de micropuissance.

En 2013, deux sociétés sont impliquées dans le développement de lignes de production de modules à couche mince. La société Solsia, associée à Solems (fabricant de modules de petite puissance), développe un pilote de fabrication (PECVD) de modules de grande surface au silicium amorphe et ses variantes. La société Nexcis prépare sur une ligne pilote d'industrialisation de modules à base de CIGS par électrodépôt de cuivre, d'indium et de gallium, couplé à un recuit sous atmosphère de soufre et de sélénium. Ce procédé a été initialement étudié par l'institut mixte IRDEP (EDF et CNRS). Les modules sont bi-verres ou métal/polymère.

Dans le domaine des matériaux organiques (OPV) deux sociétés utilisent des techniques d'impression : Armor et DisaSolar. L'entrée des matériaux OPV sur le marché de l'énergie électrique nécessite encore du développement.

5.3.3 Modules à concentration, suiveurs solaires

Le photovoltaïque à concentration (CPV, *concentrator PV*) fait appel à des cellules photovoltaïques à haut rendement de conversion et des concentrateurs de lumière montés sur des suiveurs de trajectoire solaire. Cette technique s'applique à des régions à fort ensoleillement direct. Les cellules dépassent les 44 % de rendement de conversion et les meilleurs modules avoisinent 36 %. La puissance unitaire d'un groupe à concentration monté sur un dispositif de suivi du soleil à deux axes de rotation est d'environ 50 kW.

Le photovoltaïque à concentration (CPV) figure parmi les 34 plans industriels identifiés par le ministère du Redressement productif. L'appel d'offres lancé par la CRE en mars 2013 a retenu le thème du photovoltaïque à concentration (CPV) pour une puissance cible totale de 60 MW.

Dans certaines centrales PV, les suiveurs solaires à axe simple ou à deux axes de rotation sont utilisés avec des modules photovoltaïques classiques sans concentration du flux lumineux.

La société Heliotrop développe un module photovoltaïque à très haute concentration de troisième génération (facteur de concentration 1 024 avec lentille de Fresnel). La ligne industrielle est en cours de mise au point. Le module CPV se réfère à la certification internationale IEC 62108. Dans les appels d'offres de la CRE, une part significative de projets fait appel à des modules à concentration Heliotrop.

L'entreprise Soitec développe des cellules photovoltaïques à concentration (voir 5.2.2) et opère une ligne de fabrication de modules à concentration à San Diego (US). Soitec en partenariat avec Heliotrop et Exosun participera à la construction d'environ 50 MW de centrales à concentration retenues dans l'appel d'offres CRE.

La société Exosun a conçu et construit en France la première centrale PV avec des modules classiques montés sur suiveurs solaires. Les projets ont grimpé en puissance au fil des années. Une centrale PV de 4,7 MW avec suiveurs solaires à axe simple a été connectée en 2013 (partenariat Urbasolar). Six centrales de 6 MW à 12 MW seront mises en service en 2014.

Optimum Tracker développe et commercialise des suiveurs solaires. Cette petite compagnie a finalisé ses premiers contrats pour la construction de deux centrales de puissance totale 17 MW. Elles seront mises en service en 2014.

5.3.4 Recyclage des produits

Les modules photovoltaïques sont entrés dans la directive européenne 2012/19/EU relative aux Déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE). La transposition en droit français est effective à partir de février 2014. L'association européenne PV CYCLE de reprise et de recyclage des modules photovoltaïques a annoncé la création de la filiale française PV CYCLE France SAS, conjointement avec le SER-SOLER et quelques opérateurs. Cette société, a repris les actions menées jusque-là par l'association CERES,

qui lui a transféré savoir-faire et adhérents. La société Arena Technologies spécialisée dans le traitement et le recyclage du silicium électronique se diversifie sur les matériaux photovoltaïques et la société Recupyl SAS propose des solutions de recyclage des modules à partir d'un savoir-faire sur les piles et les accumulateurs.

5.4 Fabricants et fournisseurs d'autres composants

Des entreprises produisent des machines-outils et des équipements nécessaires à la fabrication de lingots de silicium, de cellules et de modules. Les matériaux pour l'industrie (gaz, verres, polymères, graphite, céramiques...) proviennent de sociétés dont certaines sont leaders dans leur domaine.

De nombreuses entreprises françaises importantes proposent l'ensemble des matériels et équipements électriques utilisés dans le raccordement, le contrôle, la mesure et le suivi des systèmes photovoltaïques. Les onduleurs qui convertissent le courant continu des générateurs photovoltaïques en courant alternatif font partie des équipements proposés. Des entreprises françaises ont développé des gammes d'onduleurs et sont présentes sur le marché national et à l'export. Certains produits ont été distingués aux salons 2013.

Le soutien tarifaire aux systèmes mettant en œuvre des composants photovoltaïques intégrés au bâti a encouragé les industriels à développer ce type de composants. De nombreux industriels contribuent à cette offre de produits d'intégration totale au bâti (IAB) ou d'intégration simplifiée au bâti (ISB), en toiture ou en toiture-terrasse. Les produits et procédés photovoltaïques pour l'intégration au bâtiment peuvent se référer à un Avis technique ou à un Pass'Innovation Vert du CSTB. Les produits de construction peuvent également s'appuyer sur des ETN (Enquête de technique nouvelle).

5.5 Acteurs à l'aval de la filière

L'installation est le fait d'un grand nombre d'entreprises. Le secteur est extrêmement hétérogène et on estime que de l'ordre de 80 % des installateurs ne réalisent qu'une ou deux installations par an, tandis qu'un petit millier installent entre 10 et 20 systèmes. Quelques dizaines de grosses entreprises réaliseraient le tiers des installations (source ADEME).

Les installateurs peuvent se prévaloir de signes de qualité comme Qualibat, Qualifelec, Qualit'EnR, QualiPV, etc. délivrés par des organismes professionnels. À compter du 1^{er} juillet 2014, les particuliers devront faire réaliser leurs travaux par un professionnel dont la référence de qualification est labellisée RGE (Reconnu garant de l'environnement, voir 8.3.3).

Les développeurs/concepteurs/exploitants sont très actifs. Plus de 4 GW de leurs projets ont été considérés éligibles en réponse aux appels d'offres de la CRE. Mais seulement un volume de 1,1 GW a été retenu par le ministère de l'Écologie pour ajuster les demandes aux cibles initiales (Tableau 15). Nous citons les principaux lauréats dans le Tableau 16.

5.6 Formation

La formation est un facteur important du développement des énergies renouvelables et de l'écoconstruction. Le Journal des énergies renouvelables (mars 2014) recense 212 formations dans ce domaine. L'INES-Éducation contribue à cette activité en proposant 14 stages. Les bureaux d'études Métrol, Tecsol et Transénergie sont très actifs avec leurs forums techniques spécialisés. Les entreprises d'installation proposent leurs expériences de terrain. Les industriels tiennent aussi des cycles de formation spécifiques à leurs produits. Le thème de l'autoconsommation de l'électricité photovoltaïque est un sujet d'actualité bien couvert dans les débats. Les appellations QualiPV Élec et QualiPV Bât sont délivrées après 3 jours de formation par des centres conventionnés.

6 EMPLOIS ET VALEUR DE LA PRODUCTION

6.1 Emplois

En 2013, selon une étude de l'ADEME (en cours en mai 2014), les emplois équivalent temps plein (ETP) liés au développement de la filière photovoltaïque (fabrication des composants, études et installation) atteignent 10 130 (16 800 en 2012). La chute des emplois est directement liée à la baisse du marché des installations de petite et moyenne puissance, principal vivier d'emplois de la filière.

Les emplois liés à la production d'énergie sont en légère hausse par rapport aux années précédentes et estimés à 2 000 (1 660 en 2012). Soit au total pour 2013 une activité correspondant à 12 130 emplois (ETP) contre 18 460 en 2012 (Tableau 18).

Tableau 18 - Emplois PV en 2013 (équivalent temps plein)

Emplois liés au développement de la filière (fabrication des composants, études et installation des systèmes)	10 130
Emplois liés à la production de l'énergie	2 000
Total	12 130*

Source : ADEME (prévisionnel)

6.2 Valeur de la production photovoltaïque

En 2013, le total des investissements est évalué à 1,3 GEUR. La valeur de la production annuelle du secteur photovoltaïque français est estimée à 925 MEUR, en diminution de 34 % par rapport à 2012. Le Tableau 19 présente l'évolution entre 2007 et 2013 (source : ADEME, étude en cours, mai 2014).

Tableau 19 – Valeur de la production photovoltaïque en France (MEUR courant)

Valeur	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013*
Total des investissements	301	794	1 785	5 936	4 165	2 236	1 292
Valeur de la production	248	669	1 252	3 649	2 469	1 398	925

Source : ADEME, * prévisionnel

7 INTERET DES COMPAGNIES D'ELECTRICITE

En France, les deux principales compagnies d'énergie EDF et GDF SUEZ sont impliquées avec leurs filiales dans le développement du photovoltaïque. Des sociétés plus petites ont été créées pour le développement et l'exploitation des énergies renouvelables. Les entreprises de distribution et de transport de l'électricité expérimentent des solutions pour intégrer la production des renouvelables.

7.1 Groupe EDF

EDF Énergies nouvelles (EDF EN) est une filiale d'EDF créée en 1990. EDF EN développe, construit et exploite des centrales d'énergies renouvelables en Europe et en Amérique du Nord. À la fin de 2013, la société disposait en France de 430 MW de centrales photovoltaïques. La filiale EDF EN Services est dédiée à l'exploitation-maintenance des centrales.

EDF Énergies nouvelles réparties (EDF ENR) est une filiale d'EDF EN créée en 2007. Avec ses deux filiales EDF ENR SOLAIRE et EDF ENR PWT (Photowatt), EDF ENR se présente comme le seul acteur français du solaire photovoltaïque présent sur toute la chaîne de valeur y compris la R&D.

- EDF ENR SOLAIRE propose des systèmes PV pour tout type de toitures pour les particuliers, les bâtiments agricoles, industriels et de collectivités avec des prestations de supervision et de maintenance (plus de 12 000 installations).
- EDF ENR PWT (Photowatt) fabrique des lingots, des plaques, des cellules et des modules au silicium cristallin (voir 5.2.1 et 5.3.1).

7.2 Groupe GDF SUEZ

GDF SUEZ intervient avec ses filiales comme intégrateur de systèmes, ensemble de projets clés en main pour particuliers et investisseurs institutionnels ou développeur/exploitant de centrales PV. Ses filiales comme la Compagnie du Vent, la Compagnie nationale du Rhône-CN'Air ou Inéo annoncent 149 MW en exploitation, construction ou développement avancé (objectif 200 MW en 2016).

7.3 Autres compagnies et producteurs ER

Le Groupe E.ON France est le 3^e producteur d'électricité. Il opère 10,5 MW dont une centrale de 8 MW.

À côté des énergéticiens et de leurs filiales, on compte un réseau très actif de développeurs, constructeur et exploitants. Depuis quelques années les producteurs indépendants d'énergies renouvelables ont mis en place de nombreuses centrales photovoltaïques. Les projets sont lauréats des appels d'offres ou bénéficiaires de contrats d'achats de gré à gré à des prix de l'ordre de 0,11 EUR le kWh. À ce propos on peut citer la création d'Ester (Électricité solaire des territoires), fruit de l'alliance entre la Région Poitou-Charentes, l'entreprise Solairedirect et le fournisseur d'électricité Séolis.

En 2013, les compagnies ayant mis en service des systèmes de puissance supérieure à 2 MW (total 253 MW) sont pour les centrales au sol : Bouygues, Cegelec/SDF, EHTP/Spie, Ésol EN/TSK, GDF Suez, Inéo, Jayme da Costa, La compagnie du vent, Juwi EnR, Luxel SAS, Siemens, Solairedirect et Valeco Ingénierie. Pour les systèmes sur bâtiment de puissance supérieure à 2 MW on relève Urbasolar (source Atlas Observ'er 2013).

7.4 Opérateurs du réseau électrique

Face à la croissance soutenue du parc de production des sources renouvelables les opérateurs des réseaux de transport et de distribution étudient les moyens d'assurer la sûreté du système électrique. RTE a mis en place un dispositif de prévision et d'observation en temps réel de la production d'électricité renouvelable et ERDF et les Entreprises locales de distribution (ELD) expérimentent des solutions pour optimiser la gestion des contraintes.

8 POLITIQUE QUALITE ET NORMES

8.1 Normes photovoltaïques

La France ne développe pas de normes photovoltaïques mais adopte les Normes préparées soit par la Commission électrotechnique internationale/International Electrotechnical Commission (CEI/IEC) soit par l'organisation européenne CENELEC.

La commission nationale de normalisation UF 82 de l'AFNOR est la commission miroir des comités d'études CEI/TC 82 et CENELEC/TC 82. Cette Commission, avec ses 29 experts, participe au vote d'acceptation des Normes CEI et CENELEC et à leur validation après commentaires et amendements. Les Normes adoptées au niveau de la CEI et du CENELEC sont traduites par l'AFNOR et homologuées en normes françaises. Elles portent alors le préfixe NF EN.

Les Normes internationales traduites en français en 2013 concernent l'efficacité globale des onduleurs (EN 50530: 2010/prA1), les boîtes de jonction (EN 50548: 2011/prA1, CEI 62790 Ed.1), la sûreté de fonctionnement des modules (CEI 61730-1 am2 Ed.1) et les essais de corrosion à l'ammoniac des modules (CEI 62716 Ed.1).

Les Normes en voie de traduction, à la date de rédaction de ce rapport, avec un intérêt pour les nouvelles activités en France sont la conception et la qualification des systèmes de suivi solaire (IEC 62817 Ed.1) et la spécification des cellules à concentration (IEC/TS 62789 Ed.1).

8.2 Guides techniques

L'année 2013 a été riche en publications et rééditions. Le guide UTE C 15-712-1 « Installations photovoltaïques sans stockage et raccordées au réseau public de distribution » est un document important qui a été réactualisé en juillet 2013. Au même moment, un nouveau guide est sorti sur les systèmes photovoltaïques en site isolé UTE C 15-712-2 « Installations photovoltaïques autonomes non raccordées au réseau public de distribution avec stockage par batterie ». On notera aussi la parution d'un guide qui indique aux sapeurs-pompiers comment lutter en toute sécurité contre un feu dans un environnement photovoltaïque « Maîtriser le risque lié aux installations photovoltaïques », publication GIMELEC/SER/ADEME. L'Agence Obligation d'achat d'EDF a publié au début 2014 un guide intitulé « Que dois-je faire en cas de destruction ou dépose de mon installation ? ». Ce guide est destiné aux propriétaires d'installations photovoltaïques qui auraient subi un sinistre ou effectué une dépose préventive de leur générateur PV.

Le Groupement des métiers du photovoltaïque de la fédération française du bâtiment a édité une série de guides traitant de divers sujets : Rédaction de descriptifs de travaux, Performance énergétique et autoconsommation, Règles de bonne conduite du PV dans le bâtiment.

Autres rééditions : Guide de gestion administrative, budgétaire et fiscale pour un projet photovoltaïque intercommunal (CRER Poitou-Charentes) ; Guide de raccordement d'une installation de production de puissance inférieure ou égale à 36 kVA (ERDF).

8.3 Qualification et signes de qualité

8.3.1 Essais et certification

CERTISOLIS TC, filiale du LNE et du CSTB, est le laboratoire d'essais et de certification des performances des modules photovoltaïques. Le laboratoire, accrédité COFRAC depuis 2012 est placé au niveau des exigences internationales en la matière. CERTISOLIS atteste que les modules PV sont conformes à la norme NF EN 61215 (silicium cristallin) ou NF EN 61646 (couches minces) et à la Classe II de sécurité électrique selon la norme NF EN 61140 ou NF EN 61730.

La marque CERTISOLIS MPV apposée sur les modules testés apporte les garanties sur leur conformité non seulement aux Normes en vigueur mais aussi sur la qualité de leur conception et de leur fabrication auditées annuellement.

Depuis la sortie de l'arrêté du 7 janvier 2013 portant sur la majoration des tarifs d'achat de l'électricité de 5 % ou 10 %, CERTISOLIS et d'autres organisations accréditées ont réalisé des audits pour établir un certificat attestant que les modules photovoltaïques étaient fabriqués au sein de l'Espace économique européen. Rappelons que la mesure de majoration tarifaire a été uniquement appliquée du 1^{er} février 2013 au 10 mars 2014.

8.3.2 Avis techniques

Le CSTB (Centre scientifique et technique du bâtiment) a mis en place en 2008 une procédure d'Avis technique qui permet d'établir que les produits et procédés photovoltaïques utilisés sur un bâtiment minimiseront les risques de sinistres et rentreront bien dans les contrats de base des assureurs.

Les Avis techniques photovoltaïques (ATec PV) sont renouvelables, modifiables et publics. Ils sont attribués pour une durée maximum de 3 ans.

Le Pass'Innovation Vert du CSTB est une étape facultative avant de s'engager vers l'Avis technique. C'est une évaluation simplifiée obtenue dans un délai réduit. Il est attribué pour 2 ans maximum, durée qui permet de réunir les éléments nécessaires et d'acquérir le retour d'expérience suffisant afin d'établir un Avis technique. Fin 2013, 32 procédés photovoltaïques étaient validés en ATec PV et environ 55 procédés en Pass'Innovation Vert.

Certains produits destinés au bâtiment se réfèrent à des Enquêtes de technique nouvelle (ETN). Les ETN sont effectuées par un bureau de contrôle agréé, sur la base d'un cahier des charges établi par le fabricant.

8.3.3 Signes de qualité

Les associations professionnelles et le gouvernement ont développé une série de recommandations et de signes qualité afin de renforcer la qualité des produits et des services rendus. La Direction de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des Fraudes (DGCCRF) a procédé à une enquête en 2013 sur les conditions de commercialisation et de financement de l'installation de systèmes photovoltaïques. Un tiers des 139 professionnels contrôlés présentaient des anomalies sur ces questions. La DGCCRF recommande la plus grande vigilance aux personnes faisant l'objet de démarchages pour la commercialisation de systèmes photovoltaïques.

8.3.3.1 RGE (Reconnu garant de l'environnement)

À compter du 1^{er} juillet 2014, les particuliers désireux de recevoir des aides publiques, devront faire réaliser leurs travaux par un professionnel titulaire d'un signe de qualité « Reconnu garant de l'environnement » (RGE). Ce signe est pour le particulier l'assurance de confier les travaux à un installateur en règle en termes d'assurances obligatoires (responsabilité civile générale et décennale) et compétent en termes de moyens techniques et de respect des règles de l'art.

8.3.3.2 Qualit'EnR, QualiPV

Qualit'EnR est une association accréditée spécialisée dans la qualification des entreprises d'installation de systèmes Énergies renouvelables (EnR). Le signe Qualit'EnR/QualiPV se décline en QualiPV *Élec* et QualiPV *Bât*. Les entreprises des secteurs de la construction et de l'énergétique peuvent se prévaloir d'autres certifications telles que Qualibat (EE/ENR) ou Qualifelec (SPV).

8.3.3.3 Alliance qualité photovoltaïque AQPV

L'Alliance qualité photovoltaïque (AQPV) est un signe de reconnaissance de la qualité des produits (AQPV-Modules) et des services des opérateurs (AQPV-Contractant général). La marque, propriété du Syndicat des énergies renouvelables (SER) est gérée par Certisolis et Certibat.

9 CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Avec 643 MW installés en 2013 la capacité du parc photovoltaïque français a augmenté de 16 % pour atteindre 4 703 MW avec plus de 318 924 systèmes raccordés au réseau. La production annuelle d'énergie électrique PV est estimée à 4,6 TWh et couvre 1 % de la consommation électrique nationale. L'objectif des raccordements fixé à 5,4 GW par le gouvernement à l'horizon 2020 est en voie d'être dépassé dès 2014/15.

Les tarifs d'achat de l'électricité photovoltaïque sont le principal mécanisme de soutien au développement de la filière photovoltaïque française. Au début de 2013, le ministère de l'Écologie a porté à 800 MW le volume annuel des installations et proposé une simplification de la grille tarifaire notamment pour les systèmes avec intégration simplifiée au bâti. De nouveaux appels d'offres pour les systèmes de puissance supérieure à 100 kW ont été lancés avec un volume cible de 920 MW échelonné sur deux ans. L'industrie a accueilli positivement ces annonces.

Les appels d'offres nationaux lancés dès 2011 ont connu un succès croissant : les opérateurs ont déposé un volume de projets 4 fois supérieur au volume recherché de 1,1 GW.

L'industrie a exprimé son inquiétude quand les ministères ont annoncé que la nouvelle majoration tarifaire de 5 % ou 10 % pour les modules photovoltaïques fabriqués dans l'Espace économique européen était abrogée au début 2014 après une courte année de mise en œuvre et ont aussi déclaré que le crédit d'impôt de 11 % pour les particuliers connaissait sa dernière année d'application.

Les fabricants de modules photovoltaïques et les petits installateurs sont les plus exposés aux difficultés du secteur. Les grands groupes et certains opérateurs indépendants ont réussi à maintenir leur activité en répondant aux appels d'offres et en développant des projets à l'étranger.

Dans le cadre de la préparation de la loi de programmation sur la Transition énergétique qui doit être votée fin 2014, les syndicats et les associations recommandent de conserver l'organisation actuelle du marché français avec des tarifs d'achat fixes pour les installations jusqu'à 100 kW et des procédures d'appels d'offres pour les installations de puissances supérieures.

Quant aux perspectives d'évolution, on observe que les Régions pourront jouer un rôle important dans le développement du photovoltaïque. Leurs schémas régionaux de développement environnemental prévoient plus de 15 GW d'installations PV en 2020. À cet horizon, l'industrie maintient un objectif de 20 GW de capacité installée et pour 2030, l'ADEME, évalue le gisement photovoltaïque accessible à des conditions technico-économiques acceptables à 33 GW.

L'ADEME EN BREF

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. Afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale, l'agence met à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, ses capacités d'expertise et de conseil. Elle aide en outre au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre et ce, dans les domaines suivants : la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, la qualité de l'air et la lutte contre le bruit.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle conjointe du ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie et du ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.



ADEME
20, avenue du Grésillé
BP 90406 | 49004 Angers Cedex 01

www.ademe.fr