

Eugenio BARAJA
RODRÍGUEZ^a

Universidad de Valladolid

Daniel HERRERO

Universidad de Valladolid

Cultiver l'énergie. Diffusion de la production photovoltaïque dans les plaines du Douro en Espagne (Castille-et-León)

MOTS-CLÉS

Énergie photovoltaïque, transition énergétique, milieu rural, transformations territoriales, paysages, Espagne, Castilla y León

KEY WORDS

Energy transition, photovoltaic, rural areas, territorial development, landscapes, Spain, Castille-et-León

RÉSUMÉ

Dans la transition énergétique actuelle, le développement de la production photovoltaïque relève le plus souvent d'initiatives individuelles à partir d'installations de panneaux sur des bâtiments. Toutefois, en Espagne et dans les plaines du Douro en particulier, l'installation au ras du sol a prévalu sous forme de champs photovoltaïques installés sur des terrains agricoles parfois dénommés « jardins solaires ». Si une telle production énergétique répond à de nouvelles exigences sociales, les mécanismes d'aide financière expliquent en grande partie son essor en milieu rural. Pour les propriétaires de terrains agricoles, il est plus rentable de « cultiver de l'énergie » que de produire des denrées alimentaires. Ceci n'est pas sans générer des impacts visuels et paysagers. Toutefois, leur ampleur dépend du type d'implantation photovoltaïque développée.

ABSTRACT

In the current energy transition, the development of photovoltaic production is most often due to individual initiatives, with the installation of photovoltaic panels on the roofs of buildings. However, in Spain and particularly in the plains of the River Douro, installations at ground level have prevailed; most of the photovoltaic fields have been set up on agricultural land. They are referred to as "solar gardens". If such energy production meets new social requirements, financial support mechanisms largely explain the choice of rural areas. For owners of agricultural land, it is more profitable to "cultivate energy" than produce food. This energy development creates visual impacts on the landscape. However, their magnitude depends on the type of photovoltaic installation.

1 - Loi 54 du secteur électrique.

Depuis 1997, l'Espagne s'est dotée d'un corpus législatif¹ et d'un système de soutien financier qui est à l'origine du progrès rapide et notable des énergies renouvelables. L'essor du solaire et du photovoltaïque a suscité l'intérêt des chercheurs en sciences sociales et en particulier des géographes et des juristes. Les spécialistes de droit administratif pointent le rôle de l'évolution réglementaire dans le développement photovoltaïque (Gómez, 2009 ; López, 2008 ; Nebreda, 2009, 2010, 2011 ; Nebreda et García de Enterría, 2007), les géographes privilégient plutôt deux approches : la diversification de la production électrique nationale (Espejo, 2004, 2005, 2006) et l'intégration des installations dans le paysage (Mérida *et al.*, 2012 ; Mérida *et al.*, 2009 ; Mérida, Lobón et Perles, 2010 ; Prados *et al.*, 2012).

L'essor des énergies renouvelables est inégal. Si la production issue du photovoltaïque enregistre la plus forte croissance parmi les énergies renouvelables, celle-ci est inégalement distribuée dans l'espace. Alors que les normes et le soutien financier relèvent du gouvernement central espagnol, l'autorisation administrative pour la construction, l'exploitation, la modification, la transmission et la fermeture des installations photovoltaïques restent l'apanage des communautés autonomes.

L'étude de la mise en œuvre de la filière photovoltaïque en Castille-et-León (ou région du Douro, l'une des 17 communautés autonomes en Espagne) présente un double intérêt. Elle illustre un engagement politique local fort avec la mise de « tout le pays en production » suite à l'adoption d'un « Plan solaire » par l'agence régionale de l'énergie de Castille-et-León. Elle s'appuie sur

l'abondance de terres agricoles peu productives pour lesquelles la récolte de kW constitue une opportunité. Ainsi, alors que la production photovoltaïque porte le plus souvent, dans les autres pays européens, sur des équipements installés sur le toit des bâtiments, dans la région du Douro, des « jardins solaires » se constituent par l'extension de centrales au sol, sur des terrains agricoles. Les plaines agricoles trouvent ainsi une forme d'intégration sociale et économique dans le contexte d'une économie durable relevant de la « transition énergétique », terme traduit du concept d'Energiewende diffusé dans les années 1980 par l'institut allemand Oeko (Krause, Bossel et Müller-Reißmann, 1980). Trois décennies après, les études sur la transition énergétique illustrent les « mécanismes et phases des transformations socio-économiques » (Jaglin et Verdeil, 2013) qui rendent opératoires les « changements énergétiques » qui, pour certains auteurs, ne peuvent éclore qu'à l'échelon local (Chanard, Sède-Marceau et Robert, 2011). Cependant, à cette échelle, les projets sont directement confrontés à la capacité locale d'intervention en matière énergétique (Bulkeley *et al.* 2011, p. 15), d'autant qu'en Espagne, comme ailleurs en Europe, l'électricité produite est toujours versée au réseau national. S. Jaglin et E. Verdeil (2013, *loc.cit.*) soulignent le potentiel et les limites des pouvoirs locaux comme acteurs clés de la transition énergétique. Si les espaces urbains participent au changement énergétique en mettant en avant l'efficacité ou la sobriété énergétique, quelles sont les possibilités et marges de manœuvre pour les campagnes européennes ?

En Castille-et-León, les autorités politiques ont fait de la production énergétique un élément de diver-

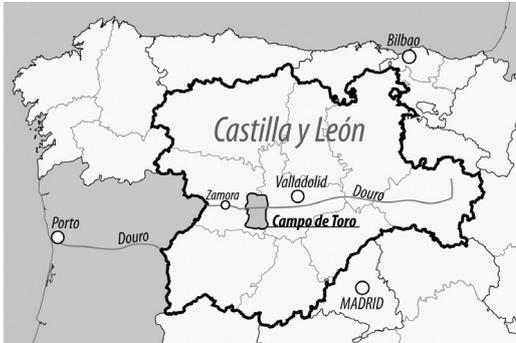


Figure 1 : Localisation du Campo de Toro, au centre de la Castille-et-León

sification de l'économie rurale. Le cas des plaines du Douro conduit à formuler différentes questions : quels sont les facteurs et les acteurs de ce développement ? Quels sont les effets du développement du photovoltaïque dans une région rurale à l'économie peu diversifiée ?

APPROCHES MÉTHODOLOGIQUES

L'étude de la diffusion de la production photovoltaïque dans les plaines du Douro s'appuie sur l'exploitation statistique des bases de données officielles. Les informations de la *Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia* (CNMC) pointent à la fois le caractère hétérogène de la distribution électrique régionale issue du secteur photovoltaïque et son intense processus d'expansion territoriale. Un registre du *Ministerio de Industria, Energía y Turismo* (MINETUR) recense toutes les installations de production d'énergie électrique issues de sources renouvelables. Il identifie les acteurs de la distribution et permet la création d'une typologie des producteurs à l'échelle municipale. À cette échelle, la cartographie des données permet de localiser les installations et de quantifier la puissance installée. L'approche statistique a été complétée par des enquêtes qualitatives sur les motivations des acteurs et l'impact de leur action sur l'économie rurale. Pour y parvenir, les acteurs majeurs du point de vue de l'investissement, de la promotion et de la politique énergétique à l'échelle locale ont été systématiquement contactés et interviewés. L'aire d'étude retenue est le Campo de Toro, là où ont émergé les premières initiatives de promotion de l'énergie photovoltaïque. Le siège de PEVAFERSA, l'une des entreprises leaders du secteur à l'échelle nationale, s'y trouve également. Trois groupes sociaux représentatifs ont été identifiés et enquêtés : des promoteurs et des investisseurs, dont les responsables de la société PEVAFERSA et des promoteurs de centrales photovoltaïques de différentes tailles ; des représentants des autorités locales, ainsi que des habitants. Dans un second temps, trois campagnes de photographies aériennes obliques réalisées entre 2008 et 2013 ont donné

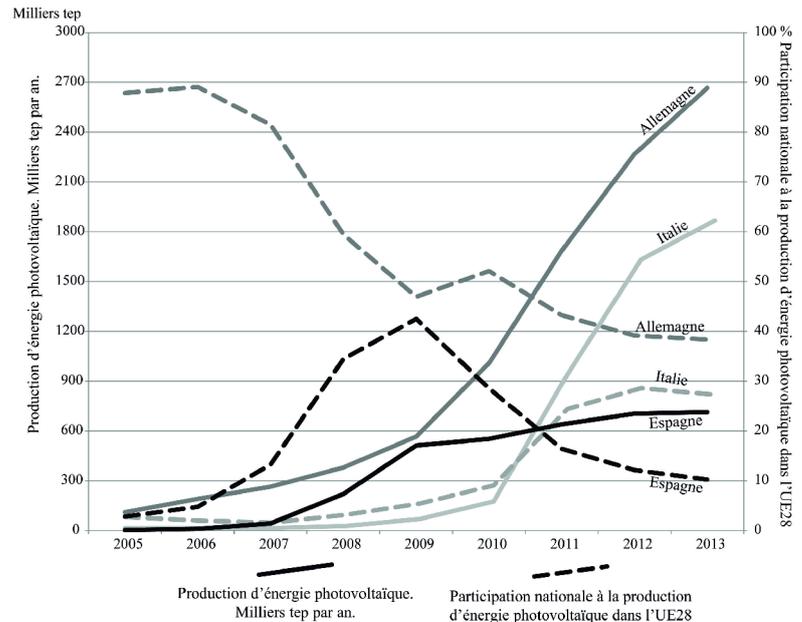


Figure 2 : Évolution de la production photovoltaïque et part des trois premiers pays producteurs dans l'ensemble de l'Union européenne

lieu à une analyse paysagère des installations. En nous appuyant sur des données relatives à la localisation, aux formes des installations photovoltaïques et à leurs impacts socio-territoriaux, nous identifions trois grands modèles d'implantations.

L'ESPAGNE DANS LE DÉVELOPPEMENT DU SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE EN EUROPE

L'intensité et le développement précoce du photovoltaïque singularisent la situation espagnole par rapport au reste de l'Union européenne. En 2009, elle fournissait à elle seule 42 % de la production européenne (Fig. 2). Le ralentissement de la production espagnole depuis 2010 et l'essor du secteur dans d'autres pays européens ont ramené la part du solaire photovoltaïque de l'Espagne à 10 % de la production européenne en 2013. À cette date, le photovoltaïque représentait 3 % de la production électrique totale espagnole. L'Espagne reste le troisième pays en Europe pour la puissance photovoltaïque totale (Eurostat), avec 4,6 GW en décembre 2014 (CNMC) dont la plus grande partie a été installée en 2008 (3,3 GW) (CNMC).

Depuis 2007, cette filière est à l'origine d'une puissante industrie qui occupe des positions dominantes en Europe pour la fabrication de panneaux à couche mince et de matériel semi-conducteur en silicium. Cependant, au-delà des performances économiques globales, le secteur se caractérise par un développement hétérogène dans le temps et dans l'espace qui résulte de la combinaison de plusieurs facteurs.

Un taux élevé de radiation solaire

La singularité du cas espagnol en Europe s'explique par l'importance des heures d'ensoleillement. La moyenne journalière d'ensoleillement total est de 4,28 kWh/m², ce qui représente un total d'énergie solaire d'environ 2,5 milliards de kWh (Espejo et García Marín, 2010 ; Font, 1983). Sur la carte d'irradiation moyenne par jour (IDAE, 2005) les valeurs les plus élevées (supérieures

Figure 3 : Distribution de la puissance photovoltaïque installée en Espagne par commune le 1er janvier 2014. Distribution du rayonnement solaire moyen journalier

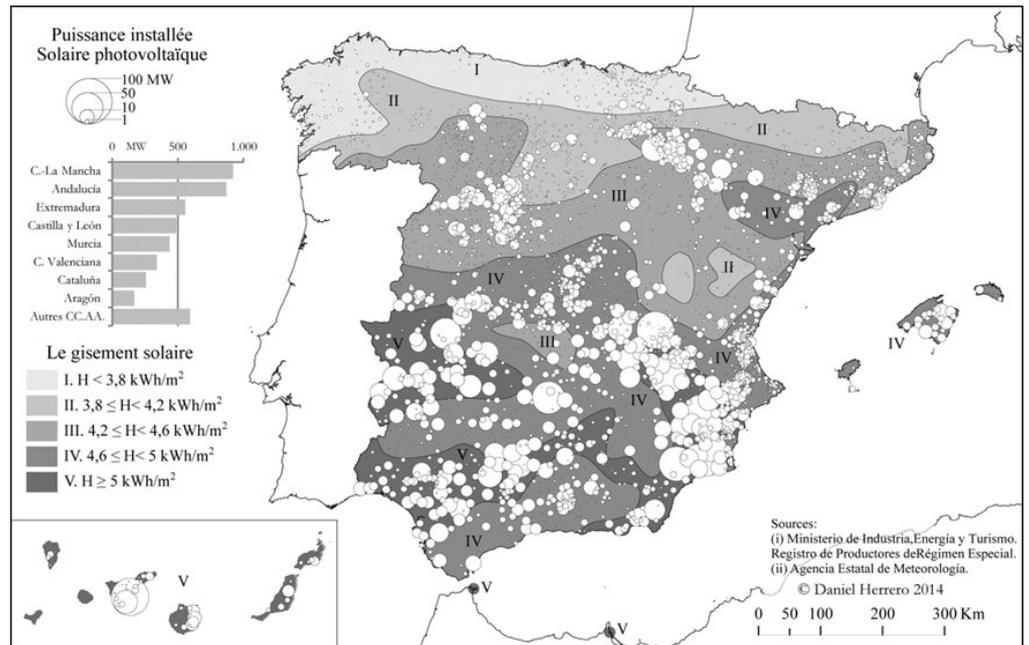


Tableau 1 : Régime tarifaire selon les différents Décrets Royaux

*TMR : *Tarifa media o regulada* (TMR) est la somme des prix de l'énergie sur les frais d'accès payés par l'ensemble des clients pour leur consommation, avant impôts.
TMR 2004 : 7.2072 c€/kWh.
TMR 2007 : 7.6588 c€/kWh.

		DR 2818/1998		DR 436/2004		DR 661/2007		DR 1578/2008		DR 1565/2010	
		c€/kWh		% sur	c€/kWh		c€/kWh		c€/kWh		
Puissance installée	Période	en 1998	en 2004	TMR*	en 2004	en 2007	en 2008	en 2010			
< 5 kW	25 premières années	39,66	40,00				32,00	17,6			
	Après	39,66	40,00								
5 kW < P < 50 MW	25 premières années	21,63	22,00				32,00	17,6			
	Après	21,63	22,00								
< 100 kW	25 premières années	21,63	22,00	575%	36,04	44,04	32,00	17,6			
	Après	21,63	22,00	460%	33,15	35,23					
100 kW < P < 10 MW	25 premières années	21,63	22,00	300%	21,62	41,75	32,00	17,6			
	Après	21,63	22,00	240%	17,30	33,40					
10 MW < P < 50 MW	25 premières années	21,63	22,00			22,90					
	Après	21,63	22,00			18,38					

à 4,6 kWh/m²) se situent au sud de la Cordillère Centrale, sur tout le littoral méditerranéen et vers l'intérieur de la Vallée de l'Èbre (Fig. 3). On atteint des valeurs supérieures à 5 kWh/m² dans le sud-est de la Péninsule, la Vallée du Guadalquivir et les plaines d'Extremadure, là où le développement du photovoltaïque a été le plus intense.

Un cadre politique et financier stimulant

La présence et l'abondance de la ressource ne suffisent pas à expliquer, à elles seules, l'ampleur du déploiement de panneaux photovoltaïques. L'essor du secteur ne débute que dans la deuxième moitié des années 1990 suite à la publication de la Loi 54/1997 du Secteur Électrique (27 /11/1997), en vigueur jusqu'à la Loi 24/2013 (26/12/2013). De 1997 à 2013, quatre Décrets Royaux (DR) déterminent la rétribution de l'activité photovoltaïque (Tableau 1). Le cadre réglementaire repose sur des subventions publiques et des tarifs de rachat – le Feed-in-tarifs (Mendonça, 2007) – contractualisés dans la durée, qui sécurisent ainsi les investissements. L'évolution de ces dispositifs explique la trajectoire de développement du photovoltaïque. Encore insignifiante en 1998, la puissance installée connaît une croissance explosive entre 2004 et 2008, puis marque le pas en 2010 pour cesser sa progression en 2012 : c'est ce que les médias ont appelé le « court-circuit photovoltaïque ».

de 0,40 € / kWh pendant 25 ans et révisable chaque année suivant l'inflation (tableau 1). Par ailleurs, le décret fixe à 371 MW la puissance photovoltaïque prévue pour 2010. À l'entrée en vigueur du décret en mai 2007, 261 MW étaient installés ; deux mois après, avec 381 MW installés, l'objectif pour 2010 était déjà dépassé. En septembre 2007, une prolongation du régime d'aides financières pour 12 mois est décidée. En septembre 2008, le potentiel de production atteint 3 105 MW, soit sept fois plus qu'en septembre 2007 et huit fois l'objectif défini pour 2010. L'effet d'aubaine et l'assurance d'une rente à court terme expliquent cette augmentation. D'autres facteurs conjoncturels ont joué : les premiers symptômes de la crise financière de 2008 ont conduit les investisseurs vers des produits financiers alternatifs. La facilité d'obtention du crédit et un cadre juridique favorable permettent la construction de grandes installations partagées entre de nombreux petits investisseurs (fermes solaires). La durée limitée du soutien public, la disponibilité des terres et de la ressource, le rapport Euro/Dollar favorable à l'importation des panneaux photovoltaïques, ont aussi encouragé les installations (PER, 2011-2020).

En effet, la publication du DR 661/2007 (06/05/2007)² établit un tarif de rachat de l'ordre

Or, dès septembre 2008, un nouveau décret Royal modifie le système de rétribution en différenciant les installations des toitures de celles des champs, en réduisant le tarif de rachat de l'électricité et en limitant la capacité installée par l'adoption d'un quota trimestriel³. Le rythme des installations

2 - Décret pour la régulation de la production d'énergie du régime spécial (prix d'achat aux producteurs d'électricité verte) par le Ministère de l'Industrie, du Commerce et du Tourisme.

Normative	Date	Conséquence				
DR 1565/2010	19-11-10	Le tarif photovoltaïque établie par le DR 1578/2008 est diminué				
		Puissance	€/kWh	DR 1575/2008	DR1565/2010	Periode
		Toiture ou façade	<20 kW	34,00	32,30	25 premières années
			21 kW < P < 2.000 kW	32,00	24,00	25 premières années
	Reste	< 10 MW	32,00	17,60	25 premières années	
DR-Loi 14/2010	13-12-10	Péage de 0,5 euros par MWh versé dans les réseaux de distribution et de transport. Limitation d'heures de fonctionnement des systèmes photovoltaïques rémunérés.				
RD-Loi 1/2012	27-01-12	Suppression des incitations économiques aux nouvelles installations renouvelables.				
Loi 15/2012	27-09-12	Nouveau impôt pour la production photovoltaïque du 7%.				
DR-Loi 2/2013	01-02-13	Remplace la mise à jour du tarif photovoltaïque à partir du Indice des Prix à la Consommation (IPC) pour l'IPC sans prendre en compte les produits alimentaires et énergétiques.				
DR-Loi 9/2013	12-07-13	Abrogation de toutes normative précédant relative aux rétributions et tarifs aux installations solaires. Approbation d'un nouveau système de rétribution, sans préciser les conditions.				
Loi 24/2013	26-12-13	Nouvelle Loi du Secteur Électrique				

Tableau 2 : Évolution de la réglementation depuis 2010 à corriger !

ralentit très rapidement. Parallèlement, les effets de la crise économique et financière découragent, voire pénalisent, certaines installations photovoltaïques déjà en fonctionnement. En janvier 2012, alors que la puissance installée a atteint 4 270 MW, la fin du régime de tarifs réglementés annoncée par le DR 1/2012 marque un quasi coup d'arrêt : seulement 400 MW sont installés entre janvier 2012 et octobre 2014. Les réformes adoptées après 2012 introduisent la vente au prix du marché. Pour compenser la fin du tarif de rachat garanti, l'Etat propose aux producteurs une « rentabilité raisonnable » calculée sur l'investissement initial, selon le type de technologie et la date de sa mise en service (tableau 2).

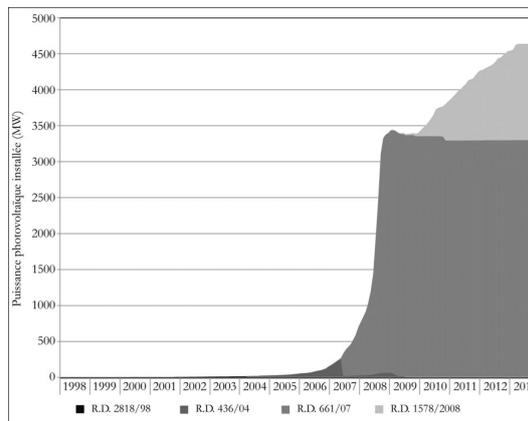


Figure 4 : Évolution mensuelle de la puissance photovoltaïque installée en Espagne
Source : Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia

UN SECTEUR FAVORISANT LA DÉCENTRALISATION ÉNERGÉTIQUE

Les investisseurs présentent une grande variété de profils : petits et moyens épargnants, entreprises qui diversifient leurs investissements, fonds d'investissement nationaux et internationaux ou issus de la spéculation immobilière. L'investissement total estimé pour les 4 500 MW installés en mai 2013 est de 30 000 millions d'euros, partagés entre 59 835 installations, dont 34 000 reviennent à des personnes physiques (Viúdez, 2013). Face à la concentration énergétique nationale – 80 % de la production et 90 % de la commercialisation sont réalisées par quatre grandes entreprises –, un changement de modèle énergétique prend forme. Par la dispersion et par l'extensification propre au photovoltaïque, cette énergie est en grande partie comptable d'une certaine forme de déconcentration de la production. Parallèlement, selon le Plan des Énergies Renouvelables 2011-2020, les 500 entreprises du secteur photovoltaïque étaient supposées employer à terme plus de 12 000 personnes. C'était sans compter sur la crise qui a fait disparaître 90 % des fabricants de modules et de composants (Unión Española Fotovoltaica, UNEF). En 2013 le secteur ne comptait plus que 7 500 emplois, montrant ainsi sa fragilité.

Des réussites parfois éphémères

L'essor de la production photovoltaïque est à l'actif d'entrepreneurs qui ont décelé une réelle opportunité économique et ont su motiver et rassurer les investisseurs. Quelques réussites éclatantes sont à relever. En quelques années, certaines entreprises sont devenues emblématiques du

développement énergétique national ou régional. C'est le cas de PEVAFERSA située dans la ville de Toro (Zamora). À l'origine, l'entreprise familiale créée en 1997 effectue des tâches de maintenance et d'installations électriques. Elle s'engage dans le photovoltaïque dès le début des années 2000. À la suite du Décret Royal de 2004, elle investit dans les « champs énergétiques ». Elle se diversifie dans les différents segments de la filière, comme la négociation des points de connexion ou de collecte reliés au réseau, la délivrance de licences, le développement de projets, jusqu'à la fabrication de composants (cellules photovoltaïques, plaquette de silicium, construction de supports galvanisés...) et la maintenance. En 2007, elle emploie plus de 400 personnes dans une commune de moins de 10 000 habitants. Son activité débordait largement le marché régional ou national (plus de 20 délégations dans toutes les provinces) pour viser le marché international, de l'Allemagne à la Chine. Elle s'allie avec des partenaires étrangers pour ouvrir des secteurs d'activité dans d'autres pays (Fonroche Energie, France). Elle promeut une diversité de projets innovants dont certains ont échoué (Centre Technologique pour l'Étude des Énergies Alternatives). D'autres ont fructifié comme le Cluster de l'Énergie Solaire et Photovoltaïque de Castille-et-León (Cylsolar) associant des laboratoires de recherche des universités de la région et des entreprises (Bierzo Solar, Onyx Solar, Abasol, Cel Celis, Enerpal, Procar Energía, Norsol). Le groupe PEVAFERSA a joué, avec d'autres entreprises régionales ou nationales, un rôle actif dans la diffusion de l'énergie photovoltaïque dans la région du Douro et au-delà mais l'entreprise fait faillite en 2013. Pour la présidente du groupe, la crise économique espagnole

3 - DR 1578/2008 du 26 septembre 2008

4 - Plan de Fomento de Energías Renovables (2000-2010), actualisé dans le Plan de Energías Renovables en España 2005-2010 (IDEA, 2005)

5 - Loi 54/1997, sobre el Régimen Especial de generación eléctrica et Décrets Royaux 436/2004 et 661/2007 sobre el régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

Figure 5 : Distribution des unités de production d'électricité conventionnelles en 2013 et réseau électrique à haute tension

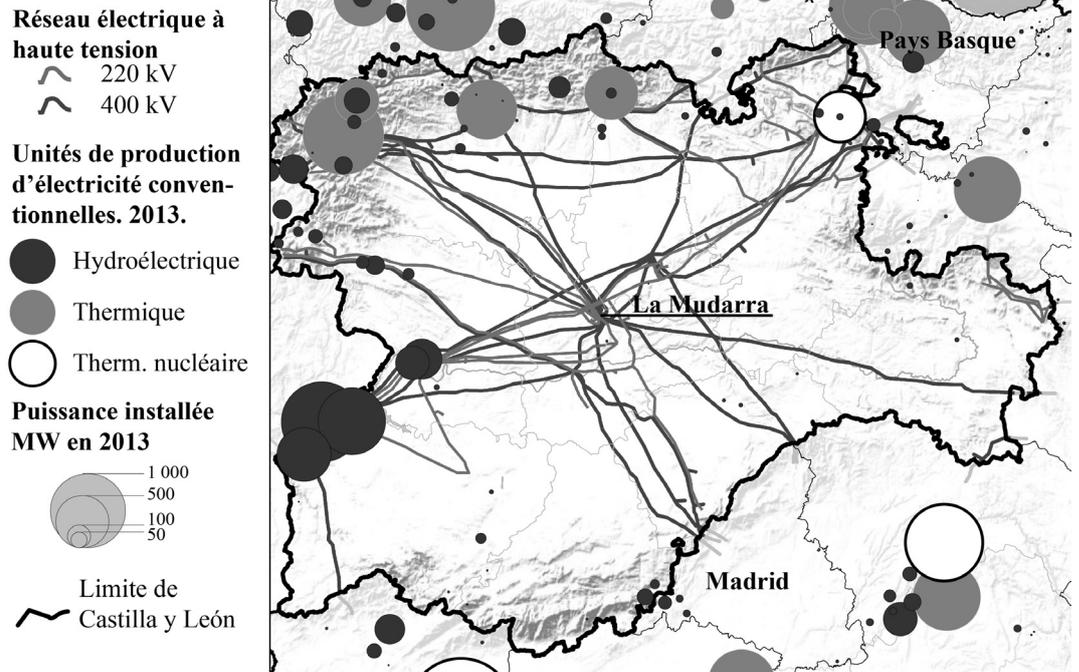
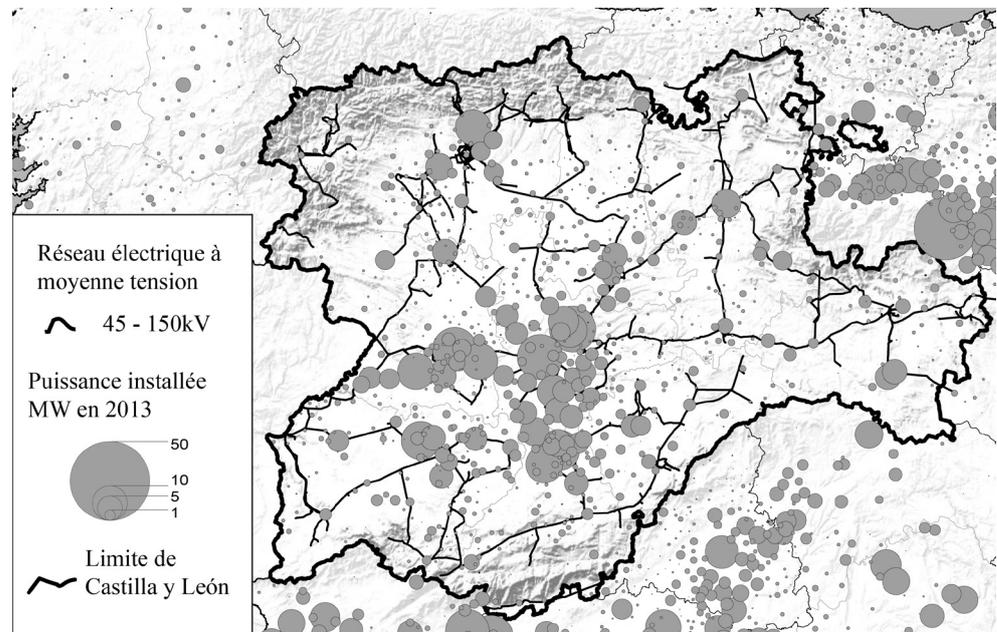


Figure 6 : Distribution de la puissance photovoltaïque installée par commune en 2013 et réseau électrique à moyenne tension



6 - Le peuplement au Sud de l'Espagne est très différent. Andalousie : 100 hab/km² ; Castille-et-León : 25 hab/km². Taille moyenne des communes d'Andalousie : 113 km² ; taille moyenne des communes de Castille-et-León : 40 km².

de 2008 et les changements réglementaires du secteur photovoltaïque depuis 2010 (tableau 2) en sont les raisons principales.

UN MODÈLE DE DÉVELOPPEMENT ÉNERGÉTIQUE ANCRÉ AU TERRITOIRE ?

La progression de la puissance photovoltaïque installée entre 2000 et 2010 résulte des objectifs ambitieux fixés par le Gouvernement espagnol⁴ et d'un cadre légal avantageux⁵. Cependant, la multiplication des installations photovoltaïque au sol singularise le cas espagnol dans le contexte européen.

Une singularité européenne : des installations au sol massives

Avec 92 % de la puissance de production photovoltaïque installée au sol, l'Espagne est un cas unique en Europe. La principale motivation des « super-tarifs » était de promouvoir le photovol-

taïque dans les exploitations agricoles (Nebreda, 2011). L'abondance de terrains à bas prix dans les espaces ruraux et le contexte tarifaire ont fait de la production photovoltaïque une grande opportunité de diversification économique. Les parcelles proches du réseau électrique ont été favorisées. En Andalousie, comme en Castille-et-León, de nombreux petits propriétaires ont trouvé là une opportunité de céder leurs terrains à prix élevés et de grandes exploitations se sont diversifiées dans « l'entrepreneuriat énergétique » (Prados, 2010). En Espagne, seulement 8 % de la puissance photovoltaïque est installée sur les bâtiments, essentiellement en milieu urbain, sur des hangars industriels, sur des surfaces commerciales ou sur des bâtiments publics : un modèle d'avenir selon la Directive 2009/28/CE et le PER 2011-2020 qui signale que « les bâtiments seront l'espace où le défi énergétique du futur sera résolu » (PER, XLIII).

Toutefois, dans des régions marquées par la déprise rurale, la production énergétique procure des



Figure 7 : Installation photovoltaïque à Villalonso (Zamora) de 5 kW, liée au DR 436/2004, installée par PEVAFERSSA et vue générale du village. Photos : Eugenio Baraja.

emplois bien rémunérés ainsi que d'importants subsides aux municipalités comme la contribution économique territoriale. Elle constitue un mode privilégié d'intégration à une économie moderne et davantage diversifiée. Pour autant, le caractère « extensif avec une forte tendance à la dispersion » (*ibid.*) de ce modèle de développement photovoltaïque constitue un point important de critique (*ibid.*).

Castille-et-León : un contexte local favorable

Si le développement de la production d'électricité renouvelable a assis la renommée de l'Espagne, l'apport de la Communauté autonome de Castille-et-León y est important. Celle-ci figure dans le peloton de tête des régions espagnoles pour la capacité installée et la production en électricité renouvelable. Avec une puissance installée en électricité photovoltaïque de 495 MW en décembre 2014, la région de Castille-et-León se positionne juste derrière les régions méridionales très ensoleillées que sont la Castille-La-Manche, l'Andalousie et l'Estrémadure. Son statut de région rurale et peu peuplée, ainsi que la variété et l'étendue de son territoire, lui donnent un potentiel de production indéniable mais qui ne serait rien sans des choix politiques forts. La spécialisation photovoltaïque de la Castille-et-León remonte à la période 2000-2010. Dès 2007, les énergies renouvelables représentaient près de 22 % de la production énergétique totale régionale. En 2013, elles en représentaient 56 %. Les 5 490 installations sont réparties dans 838 communes essentiellement rurales. 71,2 % d'entre elles relèvent de communes de moins de 2 000 habitants et 26,8 % d'entre elles sont dans des communes de moins de 250 habitants⁶.

Contrairement aux zones de montagne qui ne disposent que d'une faible densité de lignes électriques, le bassin du Douro présente une situation favorable directement liée au modèle productiviste agricole mis en place dans les années 1970-1980. Dans des espaces transformés par l'irrigation, l'élevage industriel et une forte mécanisation, le boom de l'électrification s'est appuyé sur un tissu dense de lignes à basse et moyenne tension directement liées aux équipements d'irrigation (stations de

pompes, moteurs électriques, etc.). Aujourd'hui, l'existence même de ces lignes constitue un facteur favorable au développement de nouvelles énergies et plus précisément du photovoltaïque. Le bassin du Douro qui s'est urbanisé et industrialisé beaucoup plus que le reste de la région concentre à son profit le système de transport électrique. Celui-ci converge vers l'intérieur de la région par le nœud de La Mudarra (Valladolid) et il exporte le surplus de production vers les régions voisines les plus dynamiques.

Aujourd'hui, au moment où les nouveaux modèles énergétiques prônent la déconcentration et la diversification, la multiplication des lignes de moyenne tension offre des possibilités techniques à l'évacuation d'une énergie dispersée. Le lien fort qui existe entre l'espace agricole et l'implantation d'infrastructures pour la production de l'énergie photovoltaïque justifie l'usage de l'expression de « ferme solaire ». Parallèlement, contrairement aux grands barrages hydroélectriques ou à d'autres énergies renouvelables, comme l'éolien, qui ont plutôt recherché une localisation montagnarde, le photovoltaïque privilégie les plaines intérieures de la région. Des espaces spécialisés de production énergétique prennent forme et s'inscrivent durablement dans le paysage.

LES INSTALLATIONS PHOTOVOLTAÏQUES ET LEURS EFFETS PAYSAGERS

Entre 2000 et 2011, le nombre d'installations photovoltaïques est passé d'une douzaine à plus de 5 170 en Castille-et-León et la production a bondi de 0,09 à 763,86 GWh. Le caractère hétérogène de ce développement est à souligner, tant du point de vue des types d'installations, du rythme de leur développement, de la localisation des infrastructures que des paysages produits.

Des installations photovoltaïques aux impacts paysagers différents

installations modestes « de diversification agricole et rurale »

Jusqu'à l'entrée en vigueur du Décret Royal 436/2004, les installations de taille modeste

7 - DR 436/2004 a pratiquement doublé le régime tarifaire pour les installations qui dépassaient ce « échelon » de puissance jusqu'à 100 kW



Figure 8 : Installation photovoltaïque sur un ancien terrain irrigué à Montelareina, 1,8 MW sur 36 hectares, composée par 19 investisseurs de 96 kW chacun, développée à l'issue du DR 661/2007.

Photos : Eugenio Baraja

8 - TMR : somme des prix de l'énergie sur les frais d'accès payés par l'ensemble des clients pour leur consommation, avant impôts.

ont été conçues comme un investissement aisément rentabilisable pour deux types d'acteurs : les agriculteurs et les propriétaires de parcelles bien placées en milieu rural. Des modules photovoltaïques de faible puissance, généralement fixés au sol, ont nécessité un investissement de 20 000 à 50 000 € – en partie couvert par des aides directes et des prêts subventionnés – avec des bénéfices nets garantis à partir de la huitième année et une rentabilité assurée à échéance de 25 ans. En outre, les technologies développées pour les panneaux solaires ne dépassaient pas le seuil de 5 kW de capacité. Le plus simple était d'opter pour des réseaux à basse tension conçus pour servir à la population ; les centrales étaient alors directement reliées aux transformateurs électriques des municipalités. C'est ce qui justifie leur localisation dans le village ou à proximité, au plus près de la population, dans des parcelles agricoles et des aires de battage proches du village.

Ce type d'implantation photovoltaïque a permis de rentabiliser un investissement à moindre frais et de profiter de terrains marginalisés par le développement agricole productiviste. Des agriculteurs ont pu diversifier leur revenu en devenant « producteurs énergétiques ». Ce modèle en petite unités dispersées s'est répandu dans les villages de Castille-et-León jusqu'en 2004 dans 719 sites de production d'une puissance égale ou inférieure à 5 kW (15 % du total). Si leur apport énergétique est limité (5 190 kWh, 0,7 % du total en 2013), leur impact paysager est, en revanche, majeur.

Les « jardins solaires » issus de groupements de producteurs

Le Décret Royal de 2004 favorise un nouveau type d'installations qui profite autant aux agriculteurs regroupés qu'aux petits investisseurs, avec des « jardins solaires » de plusieurs hectares (1 ha par MW installé). Il conduit à des effets paysagers différents du cas précédent. En effet, la réglementation de 2004 offre, d'une part, une prime qui peut atteindre 575 % de la Tarifa media o regulada8 (TMR) pendant les 25 premières années et, d'autre part, limite les niveaux de puissance pour

l'accès à la prime la plus élevée : 575 % de la TMR jusqu'à 100 kW ; 300 % pour les installations de puissance supérieure (tableau 1). Les installations de puissance égale ou inférieure à 100 kW représentent ainsi jusqu'à 97,11 % du total, selon le Registre Spécial des Producteurs d'Electricité (Collado *et al.*, 2007). Devenue rentable, la production photovoltaïque de la communauté autonome a connu un très grand essor : de 193 installations en 2004 à 1 398 en 2007, pour une capacité installée qui est passée de 0,98 MW à 53,81 MW.

Sans ancrage rural local, des moyens et grands épargnants n'ont pas hésité à s'endetter pour couvrir un investissement qui, pour 100 kW, varie de 500 000 à 700 000 €. Or, à ces niveaux de puissance, les exigences techniques et administratives deviennent inaccessibles aux petits promoteurs individuels. Ainsi les progrès technologiques rendant les composants beaucoup plus efficaces ont produit des installations plus gourmandes en espace et nécessairement connectées à des lignes de moyenne tension. La constitution des dossiers administratifs pour accéder aux permis de connexion et d'installation s'est complexifiée et a engendré la prolifération d'entreprises et d'agents spécialisés dans chaque étape du processus : l'élaboration de projets techniques, la recherche de terrains et de connexion dans les bonnes conditions, l'acquisition de permis, l'installation, l'entretien, la sécurité. L'exemple type est l'entreprise PAVAFESA dont l'expansion correspond au soutien de projets de plus en plus imposants. D'autres entreprises, solidement ancrées, ont créé et popularisé la formule de « jardin solaire » (ACCIONA ENERGY). Chaque titulaire d'un « jardin » ne dépasse pas la puissance maximale autorisée pour recevoir les primes ; le regroupement de tous les investisseurs/investissements et installations sur la même parcelle constitue un moyen pour économiser sur les dépenses générales de fonctionnement et d'entretien. C'est une solution confortable pour les investisseurs qui ne disposent pas de leur propre terre ou dont les parcelles ne peuvent être connectées facilement à des lignes électriques. Enfin, du fait d'installations photovol-



Figure 9 : Installations de Gate Solar Gestión SL à Zaratán (Valladolid)
Photos : Eugenio Baraja

taïques de plus en plus grandes – de l'ordre de plusieurs hectares – ces dernières s'éloignent des centres-bourgs et sont totalement incompatibles avec l'usage agricole.

La localisation des installations répond à des obligations de connexion au réseau via des lignes de moyenne tension. Elles trouvent un positionnement favorable sur d'anciens pâturages, sur des terres en friche mais aussi sur des terres à blé, voire sur des vignobles d'appellation d'origine de renommée internationale comme Toro ou Ribera de Douro. Leur implantation privilégie aussi d'anciennes terres irriguées et de développement agricole intensif. Le système d'irrigation par captation des eaux de nappes souterraines avec motopompe développé dans les années 1960 par l'initiative privée exigeait un réseau à basse et moyenne tensions très dense, désormais exploité pour raccorder les zones de production photovoltaïque.

Le modèle spatial de la grande entreprise photovoltaïque

L'arrivée de gros opérateurs d'énergie photovoltaïque explique l'explosion de la puissance installée entre mai 2007 (261 MW) et septembre 2008. Pour limiter de nouvelles demandes administratives de connexion, le décret 661/2007 a obligé les promoteurs à fournir 500 €/kW. Les grandes entreprises d'énergie pouvant réaliser des investissements de plusieurs millions d'euros ont été, de fait, favorisées. Selon le rapport de l'Association de l'Industrie Photovoltaïque, l'année 2009 est marquée en Espagne par des installations en « jardins solaires » de 5 MW (44 %) et de 2 MW (36 %). Or, en Castille-et-León, seulement 23 installations sur plus de 5 000 ont une puissance installée de 2 à 10 MW (0,4 %) mais représentent 24 % de la puissance installée.

Nos enquêtes montrent que les agents intervenant à ce stade sont différents des types précédents et sont totalement étrangers à l'environnement rural. À côté des entreprises régionales, comme PEVAFERSA, ENERPAL, des entreprises nationales opèrent pour proposer des projets « clés en mains ». Les investisseurs et les entreprises identifient les terrains les plus appropriés pour le mon-

tage des installations, sélectionnent et négocient les points de connexion avec les distributeurs d'électricité, développent les tâches d'ingénierie du projet, se connectent au réseau, effectuent la mise en service et, enfin, assurent la maintenance, la surveillance et la sécurité. D'autres types d'agents interviennent : des grands investisseurs privés (généralement de grandes fortunes provenant d'héritage ou de l'immobilier), les banques, les fonds d'investissement ou des sociétés en quête de diversification. La rupture avec les acteurs locaux est totale. Dans le meilleur des cas, ce sont des entreprises agro-alimentaires de la région. C'est le cas de la coopérative ACOR, spécialisée dans le sucre et qui s'est diversifiée grâce aux énergies renouvelables. Cette décision stratégique l'a conduite à lancer une Usine de Production Intégrale de Biodiesel et à installer 19 000 panneaux solaires fixes à Tordesillas (Valladolid) produisant 4,6 MWh d'électricité par an.

Il peut s'agir également de fonds d'investissement privés internationaux qui, après avoir étudié le marché et le cadre juridique réglementaire, proposent à leurs clients une rentabilité sûre à long terme. En Castille-et-León, on trouve plusieurs exemples comme les installations situées dans le Paraje Dehesa de Congosta, à San Román de los Infantes, commune de Pereruela (Zamora), réalisées par Gehrlicher Solar Espagne au profit d'un fonds d'investissement allemand spécialisé dans le photovoltaïque⁹. Cette installation de 122 584 panneaux occupe 28 hectares pour une capacité totale de 15 MWh/an (Energías Renovables, 2012). Le jardin photovoltaïque de Zaratán, construit par la société Gate Solar Gestión SL en partenariat avec la banque Guipuzcoano et le groupe Guascora est, avec une puissance installée de 9 MW, et 70 hectares, l'un des plus grands projets et l'un des plus avancés techniquement dans la région. Il consiste en l'installation de 720 suiveurs à deux axes (orientables et dirigeables) sur lesquels s'élève un ensemble de panneaux photovoltaïques de superficie supérieure à 100 m².

Ce « jardin solaire » a des dimensions différentes du type précédent malgré des points communs

9 - Géré par KGAL (Fondos energéticos Gmb & Co. KG)

10 - Les panneaux photovoltaïques peuvent être de structure (i) fixe, disposés en une succession de lignes orientées de manière appropriée ou (ii) portante, sur des suiveurs ou tracker, qui ont besoin d'espace supplémentaire pour ne pas entraver l'absorption du rayonnement solaire. Les suiveurs utilisent le principe de l'héliostat, ce qui permet d'orienter des panneaux solaires afin d'en augmenter la productivité. C'est en 2001 que la société PEVAVERSA a inauguré ces premiers suiveurs à Abezames (Zamora).

11 - Les entretiens avec les agents sociaux montrent qu'aucun groupe écologiste local ou association ne s'est prononcé contre ces projets, ni contre les éoliennes dans la région.

12 - La pratique de terrain permet ce type d'affirmations. Les anciennes aires de battage autour les villages sont remplis d'ordures, d'anciens outils agricoles, les alentours des villages servent de décharges ; on y trouve des réfrigérateurs et machines à laver jetés par les riverains, etc. Les constructions en béton et briques non recouvertes d'une couche de peinture sont monnaie courante.

13 - « Desidia pública y abandono del Patrimonio cultural en el «Museo más grande del mundo» », El diario, http://m.eldiario.es/meseta/Desidia-abandono-Patrimonio-cultural-Museo_6_249585066.html (consulté le 3 juin 2016).

14 - « Las empresas españolas de energía solar toman posiciones en Estados Unidos », Cluster META, <http://www.fremm.es/external/content/113-Las-empresas-espa%F1olas-de-energia-solar-toman-posiciones-en-Estados-Unidos.html?jsessionid=7f00000122b8d4669c929eb24f469d14a72e553f56a1>.

comme l'emplacement en zones spécialisées de plus en plus éloignées des villages, privilégiant une localisation stratégique pour l'évacuation de l'énergie. Il s'en distingue néanmoins par la puissance installée, par l'utilisation de « suiveurs » modernes d'une grande capacité de production ainsi que par la superficie utilisée (de l'ordre de 10 ha/MW) répondant à une logique d'économie d'échelle. Ces sociétés ont largement participé à l'augmentation des installations en Castille-et-León après 2007 : 1 398 en 2007 à 4 573 en 2009 pour une puissance installée passée de 53,81 MW à 332 MW entre 2007 et 2009, puis 5 476 installations en 2012 (DR 1/2012), pour une puissance installée de 4 521 MW. Pour autant, les tarifs et les avantages financiers concédés en Espagne sont de moins en moins favorables et relèvent de renégociations annuelles (DR 1578/2008 sur la Rétribution de l'Énergie Solaire Photovoltaïque). Les implantations de grande taille (moyenne de 90 kW par installation), globalement privilégiées en Espagne, signifient le caractère attractif de l'énergie photovoltaïque solaire pour les grands investisseurs. L'installation de Tordesillas en est le parfait exemple. Avec une puissance installée de 9,9 MW pour 910 structures portables ou suiveurs solaires, elle a investi un capital de 100 millions d'euros. Parrainé par une entreprise (OPDE) en partenariat avec des grandes banques (Banco Santander, La Caixa et BBVA), c'est le plus gros projet de ce type en Espagne.

Des considérations paysagères peu mises en avant

Les effets paysagers d'une production d'énergie photovoltaïque privilégiant les installations au sol sont loin d'être négligeables. Mais la réglementation n'a pas toujours bien mesuré les besoins en termes d'espaces de type d'implantations. Pour plus de 1 MW de puissance installée, entre 5 et 10 hectares sont nécessaires. Et si les « trackers solaires » ou « suiveurs de soleil¹⁰ » visent une performance maximale, leur installation exige une surface plus grande encore. En outre, l'usage de l'espace photovoltaïque est exclusif et ne peut se combiner avec d'autres utilisations, contrairement à l'éolien, par exemple. Pourtant, les contestations sur l'impact paysager du photovoltaïque sont faibles¹¹.

Les impacts paysagers sont directs et indirects. Le photovoltaïque privilégie l'installation au ras du sol avec une préférence pour des plaines ou pour des pentes douces orientées au sud. L'utilisation de matériaux photosensibles, la densité des panneaux et leur localisation sur des collines, surtout lorsque qu'ils sont « placés perpendiculairement par rapport au plan de vision » génèrent un fort impact visuel (Merida *et al.*, 2010, p. 138-139). Mais les effets indirects sont tout aussi marquants, avec le recement de clairières, l'aménagement de ruptures de pentes, de talus et de terrasses, la géométrie des formes inhérente au caractère quadrangulaire des panneaux.

Le seul règlement fixant les conditions générales d'installation en Espagne apparaît dans l'Instruction Technique Urbaine (Ordre FOM / 1079/2006). Outre l'exigence de permis de construire et « d'autorisation d'utilisation exceptionnelle du sol dans l'espace rural », une série de conditions génériques est précisée : distance minimale, hauteur des panneaux photovoltaïques, engagement à retirer les installations une fois leur cycle de production terminée. Cependant, les considérations paysagères sont absentes. Il a même été difficile de soumettre les installations photovoltaïques à la procédure d'évaluation de l'impact environnemental, puisqu'elles n'étaient pas prises en compte dans la loi 11/2003 de prévention de l'environnement de Castille-et-León. La seule raison pour laquelle certains projets ont été soumis à l'évaluation d'impact environnemental résulte de l'utilisation des clôtures métalliques qui entourent les installations ; celle-ci relèvent de la loi 11/2003 comme « clôtures cynégétiques ou autres types empêchant la libre circulation de la faune sauvage, avec des longueurs dépassant 2000 mètres ». Si ces considérations sont valables pour les implantations de moyenne à grande taille, l'impact des petits projets isolés est tout autre. La faible sensibilité culturelle face aux éléments liés au paysage agricole¹², l'absence de prise en compte des aspects patrimoniaux des constructions rurales relevées par les enquêtes de terrain, ainsi que le manque de réglementation à l'échelle locale, ont contribué à un certain mitage de l'espace rural par ces installations. Ce constat suscite peu de contestation et soulève rarement le débat localement (enquêtes). Les panneaux solaires coexistent avec des cabanes d'aires de battage en ruine, des clôtures traditionnelles, des outils rouillés ou encore des nouveaux hangars au profil standardisé et très visibles avec leurs matériaux modernes aux couleurs vives.

Au final, quels que soient les types d'installations identifiés, leur fort impact paysager est une caractéristique commune, illustrant la difficulté de faire prendre en compte cette question dans l'aménagement territorial en Castille-et-León¹³.

CONCLUSION

L'implantation de l'énergie photovoltaïque dans les plaines du Douro présente des résultats mitigés. Alors que les attentes en termes de développement local sont en partie déçues, les impacts sur le paysage et le patrimoine rural sont importants. Le « court-circuit » réglementaire et législatif produit à partir de 2009 a mis fin à l'expansion photovoltaïque. Il a conduit à des échecs spectaculaires comme pour l'entreprise

PEVAFERSA, avec des effets socio-économiques dévastateurs sur la ville de Toro dans la province de Zamora. Les développeurs qui ont survécu se sont spécialisés dans la maintenance et la gestion des « jardins solaires » quand d'autres ont trouvé de nouvelles niches de marché (toitures et façades) et ont développé leurs projets à l'étranger¹⁴. Globalement, l'impact socioéconomique local des installations a été très limité autant pendant la phase de construction que dans celle de l'exploitation. Pour ces installations de technologie avancée, les tâches d'entretien ou de sécurité sont assurées par des sociétés spécialisées localisées dans des zones urbaines. Et les revenus pour les municipalités n'ont pas atteint ceux générés par les parcs éoliens. En effet, ce sont les propriétaires privés des parcelles sur lesquelles sont installés les panneaux solaires qui ont essentiellement bénéficié des retours sur investissement. Selon nos enquêtes, ils ont gagné environ dix fois plus par hectare qu'en cas d'usage agricole et alimentaire des terres. L'impact économique pour les municipalités s'est limité à la phase de permis d'installation et aux impôts visés dans la Loi de Régulation de l'Impôt Local (DR 2/2004), avec un taux d'imposition compris entre 0,6 et 1,2 % du chiffre d'affaires.

Finale­ment, la communauté autonome de Castille-et-León s'illustre en Espagne par les énergies renouvelables parmi lesquelles figurent en premier lieu l'énergie éolienne avec 24 % de la production nationale. L'essor de la production électrique d'origine photovoltaïque met aux prises différents types d'acteurs avec des stratégies bien différenciées. Alors que la verticalité des éoliennes « coupe » les lignes horizontales du paysage de l'intérieur de la Castille-et-León, les modules photovoltaïques s'intègrent mieux dans la plupart des cas. Ajouté à cela, la faible densité de population – inférieure à 15 habitants/km² en zones rurales – et le peu de passage des populations, l'opposition organisée et individuelle à ces deux types d'aménagement n'est pas très remarquable.

BIBLIOGRAPHIE

- BULKELEY H., SCHROEDER H., JANDA K., ZHAO J., ARMSTRONG A., 2011, The role of institutions, governance y urban planning for mitigation and adaptation, in HOORNWEG D. et al., *Cities and climate change: responding to an urgent agenda Urban Development Series*. World Bank, p. 125–159.
- CHANARD C., SÈDE-MARCEAU M.-H., ROBERT M., 2011, Politique énergétique et facteur 4 : instruments et outils de régulation à disposition des collectivités, *Développement durable et territoires* [En ligne], Vol. 2, n° 1, DOI : 10.4000/developpementdurable.8776
- COLLADO E., CASTRO M., COLMENAR A., CARPIO J., & PEIRE J., 2007, Industria solar fotovoltaica en España, evolución, regulación y nuevos negocios paralelos, *Era solar: Energías renovables*, Vol. 141, p. 22-31.
- ENERGÍAS RENOVABLES, 2012, *10 MW al sol de Zamora - Energías Renovables, el periodismo de las energías limpias*. <http://www.energias-renovables.com/articulo/10-mw-al-sol-de-zamora> (consulté le 3 juin 2016)
- ESPEJO C., 2004, La energía solar fotovoltaica en España, *Nimbus*. n°13, p. 5-32.
- ESPEJO C., 2006, *Las energías renovables en la producción de electricidad en España*, Murcia, Caja Rural Regional.
- ESPEJO C., 2005, La energía eléctrica en régimen especial en España, in ESCAVY ZAMORA R. (dir.), *Amica Verba : in honorem Prof. Antonio Roldán Pérez*, Publicaciones de la Universidad de Murcia, p. 249-264.
- ESPEJO C., GARCÍA MARÍN R., 2010, La energía solar termoeléctrica en España, *Anales de geografía de la Universidad Complutense*, Vol. 30, n°2, p. 81-105.
- FONT I., 1983, *Climatología de España y Portugal*, Madrid, Sección de Publicaciones del Instituto Nacional de Meteorología.
- FROLOVA M., 2010, Los paisajes de la energía eólica: Su percepción social y gestión en España, *Nimbus*, n°25-26, p. 93-110.
- GÓMEZ P., 2009, *La nueva retribución de la energía solar fotovoltaica tras el Real Decreto 1578/2008 de 26 de septiembre*, Noticias Jurídicas [En ligne]. <http://noticias.juridicas.com/conocimiento/articulos-doctrinales/4437-la-nueva-retribucion-de-la-energia-solar-fotovoltaica-tras-el-real-decreto-1578-2008-de-26-de-septiembre/> (consulté le 3 juin 2016)
- IDAE, 2005, *Plan de Energías Renovables 2005-2010*.
- IDAE, 2010. *Plan de Acción Nacional de Energías Renovables de España (PANER) 2011-2020*.
- JAGLIN S., VERDEIL É., 2013, Énergie et villes des pays émergents : des transitions en question, Introduction, *Flux*, n° 93-94, p. 7–18.
- KRAUSE, F., BOSSEL H. & MÜLLER-REISMANN K.-F., 1980, *Energiewende. Wachstum und Wohlstand ohne Erdöl und Uran*, Frankfurt am Main, S. Fischer Verlag.

LÓPEZ M. J., 2008, *Regulación y Autorización de Los Parques Eólicos*, Pamplona, Editorial Aranzadi, 636 p.

MENDONÇA M., 2007, *Feed-in Tariffs: Accelerating the Deployment of Renewable Energy*, London, World Future Council, EarthScan, 172 p.

MÉRIDA M. F., LOBÓN R., PERLES M. J., ZAYAS B., REYES S., & CANTARERO F. J., 2012, *Paisajes solares: integración paisajística de plantas fotovoltaicas en Andalucía*, 52 p.

MÉRIDA M. F., PÉREZ B., LOBÓN R., & FROLOVA M., 2009, Hacia la caracterización del paisaje de energías renovables, *Geografía, territorio y paisaje: el estado de la cuestión : actas del XXI congreso de geógrafos españoles*, Ciudad Real 27-29 de octubre de 2009, Cuenca, Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha, p. 1193-1210.

MÉRIDA M., LOBÓN R., & PERLES M. J., 2010, Las plantas fotovoltaicas en el paisaje, Tipificación de impactos y directrices de integración paisajística, *Nimbus*, n°25-26, p. 129-154.

MIR P., 2012, La regulación fotovoltaica y solar termoeléctrica en España, *Cuadernos Económicos de ICE*, n° 83, p. 185-205.

NEBRED A J. M., 2009, *El régimen especial de producción eléctrica, Sector energético*, Madrid, lustel, p. 381-444.

NEBRED A J. M., 2010, Régimen jurídico de las energías renovables en España: El régimen especial, in López M.J., Torres M.A., Arana E. (dir.), *Energía eólica: Cuestiones jurídicas, económicas y ambientales*, Pamplona, Editorial Aranzadi, p. 125-201.

NEBRED A J. M., 2011, Régimen especial de producción eléctrica. De jación competencial, desorden jurídico y económico, Modificaciones normativas, *Noticias de la Unión Europea*, 2011, n°322, p. 59-80.

NEBRED A J. M., GARCÍA DE ENTERRÍA E., 2007, *Aspectos jurídicos de la producción eléctrica en régimen especial: puesta al día de la Ley 82/1980 al Real Decreto 661/2007 normativa estatal y autonómica comentada, a septiembre 2007*, Madrid, Thomson Civitas.

PRADOS M. J., 2010, Energías renovables o agricultura? Un análisis de la percepción ciudadana sobre los huertos y latifundios solares en Andalucía, *Nimbus*, n°25-26, p. 187-204.

PRADOS M. J., BARAJA E., FROLOVA M., & ESPEJO C., 2012, Integración paisajística y territorial de las energías renovables, *Ciudad y territorio: Estudios territoriales*, n°171, p. 127-143.

Autres documents et sites consultés :

ANPIER : Asociación Nacional de Productores de Energía Fotovoltaica: <http://anpier.org/>

EREN : Ente Regional de la Energía: <http://www.energia.jcyl.es/>

PANER 2011-2020, *Ministerio De Industria, Turismo y Comercio (2010): Plan de Acción Nacional de Energías Renovables en España (PANER) 2011 – 2020*. IDAE. pp. 171, Disponible sur: www.minetur.gob.es

PER 2005-2010, *Ministerio De Industria, Turismo y Comercio (2005): Plan de Energías Renovables 2005 – 2010*. IDEA, p. 350. Disponible sur: www.idae.es

PER 2011 – 2020. *Ministerio De Industria, Turismo y Comercio (2011): Plan de Energías Renovables 2011 – 2020*. IDEA, p. 824. Disponible sur: www.idae.es

UNEF: Unión Española Fotovoltaica: <http://unef.es/>

VIÚDEZ J., 2013, Los ajustes asfixian a 30.000 familias con huertos solares, *El País*, 3 mai 2013.

Adresse des auteurs

Eugenio BARAJA RODRÍGUEZ

Departamento de Geografía.
Universidad de Valladolid,
Plaza del Campus Universitario
s/n, 47011
Valladolid, Espagne
baraja@fyl.uva.es

Daniel HERRERO

Departamento de Geografía.
Universidad de Valladolid,
Plaza del Campus Universitario
sn, 47011
Valladolid, Espagne
danielherrero@luque@gmail.com