

Installations solaires photovoltaïques en France : impact de l'évolution du tarif d'achat d'électricité sur la rentabilité financière des projets

Le ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer a publié cette semaine le nouveau dispositif tarifaire applicable au 1^{er} janvier 2010 concernant l'achat d'électricité photovoltaïque, qui précise notamment l'instauration d'un abattement chaque année du tarif à partir de 2013. Quel serait l'impact de cette dégressivité du tarif sur la rentabilité financière des centrales solaires ?

Ce projet d'arrêté indique que le tarif d'achat actuel de l'électricité photovoltaïque pour les installations intégrées au bâti restera le même au 1^{er} janvier 2010 (60,176 c€/kWh). Il crée également une nouvelle catégorie pour des "intégrations simplifiées au bâti" avec un tarif de 45-47 c€/kWh afin de favoriser le développement de ces installations sur les bâtiments professionnels. Après le 31 décembre 2012, ce projet d'arrêté prévoit la mise en place d'un abattement chaque année de la valeur du tarif d'achat.

Malgré les efforts fournis pour abaisser les coûts des panneaux solaires contenant du silicium, ce type d'incitations que représente ces tarifs d'achat est bien sûr toujours nécessaire pour soutenir cette filière photovoltaïque, respecter les objectifs du Grenelle de l'Environnement, assurer la rentabilité financière de ces projets et faire face à l'intermittence de l'énergie solaire. En France, ces incitations sont fixées actuellement par le décret du 10 juillet 2006.



Tableau 1 : Tarifs d'achat d'électricité en vigueur au 1^{er} janvier 2009 et prévus au 1^{er} janvier 2010

c€/KWh		tarifs en vigueur en 2009		Tarifs au 1er janvier 2010	
		Métropole	DOM-COM et Corse	Métropole	DOM-COM et Corse
Type d'installation	intégration au bâti	60,176	60,176	60,176	60,176
	intégration simplifiée au bâti	-	-	45	47
	en toiture et au sol	32,8	43,7	32,8	43,76

Ce niveau d'incitation est assez élevé par rapport à d'autres pays européens comme l'Italie ou l'Allemagne. Ces deux pays ont également connu un développement conséquent de l'énergie solaire, et ont aussi mis en place récemment un système d'indexation dégressive des tarifs d'achat.

Encadré 1 : Le cas de l'Allemagne

Les tarifs d'achat d'électricité à partir d'énergie renouvelable comme l'énergie solaire sont définis par la loi Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) du 25 Octobre 2008, garantis sur 20 ans et dépendent de la taille ainsi que du type d'installation (panneaux solaires au sol, sur les toits ou intégrés au bâti) comme indiqués dans le tableau ci-dessous pour l'année 2009:

c€/KWh		Taille de l'installation			
		≤ 30 kWc	> 30 kWc	> 100 kWc	> 1000 kWc
Type d'installation	Toiture	43,01	40,91	39,58	33
	Au Sol	31,94			

Pour les années suivantes, un taux de dégressivité de 10% sera appliqué en 2010 et 9% en 2011 pour tout type d'installation dont la capacité installée est supérieure à 100 kWc. Pour les installations de moins de 100 kWc, le taux de dégressivité s'élève à 8% et 9% pour 2010 et 2011 respectivement. Les nouveaux tarifs d'achat à partir de 2012 devront être précisés dans une autre loi.

Encadré 2 : Le cas de L'Italie

L'Italie a défini les incitations à la production d'électricité verte à partir de l'énergie solaire pour la première fois par décret en 2005, qui a été mis à jour à travers le décret ministériel du 19 février 2007 qui définit des tarifs d'achat également en fonction de la taille et du type d'installation dans la limite de 1 200 kWc de capacité installée cumulée, garantis sur 20 ans. Ce décret définit un taux de dégressivité de 2% par an appliqué aux tarifs d'achat de 2008. Ainsi, les différents tarifs applicables en 2009 sont définis ci-dessous :

c€/KWh		Taille de l'installation		
		≤ 3 kWc	≤ 20 kWc	> 20 kWc
Type d'installation	Toiture	43,12	41,16	39,2
	Au Sol	39,2	37,24	35,28
	Intégré au bâti	48,02	45,08	43,12

Ces tarifs peuvent augmenter de 5% dans des cas spécifiques comme des installations de centrales solaires dans des écoles ou des communes de moins de 5 000 habitants.

Les principaux acteurs européens dans la filière photovoltaïque convergent apparemment vers des systèmes d'incitations toujours élevés avec une indexation dégressive à compter des prochaines années.

En tenant compte de l'ampleur de la dégressivité des tarifs enregistrés en Italie et en Allemagne, quel serait l'impact en France d'une telle baisse sur la rentabilité financière des projets définis par le taux de rendement interne et la valeur du projet ?

Méthodologie

Pour mettre en évidence l'impact d'une baisse des tarifs d'achat d'électricité sur la rentabilité financière d'une centrale solaire photovoltaïque, il existe deux méthodes possibles :

- Une méthode analytique mettant en évidence la sensibilité de la valeur d'un projet respectivement du taux de rendement interne en fonction de la variation du tarif d'achat de l'électricité
- Une méthode utilisant des business plans et une analyse financière détaillée pour définir plusieurs scénarios possibles

La rentabilité financière est définie principalement en fonction de la valeur actuelle nette des flux de trésorerie (ou valeur du projet) et du taux de rendement interne.

Encadré 2 : Calcul de la valeur d'un projet et du taux de rendement interne

1. Valeur actuelle nette des flux de trésorerie (VAN):

$$VAN = \sum_{p=1}^{p=N} \frac{FT}{(1 + WACC)^p} - I$$

FT est le flux de trésorerie calculé grâce à l'Excédent Brut d'Exploitation corrigé de la variation du Besoin en Fonds de Roulement et de l'impôt d'exploitation

WACC est le coût moyen pondéré du capital

p représente le numéro de l'année

N fait référence au nombre d'année d'exploitation de la centrale solaire

I représente le capital investi dans la centrale solaire

Dans un modèle simplifié appliqué au photovoltaïque, le flux de trésorerie, *FT* est défini par la formule suivante:

$$FT = QT(1 + \lambda) - C$$

T correspond au tarif d'achat de l'électricité

Q fait référence à la production d'électricité annuelle

C représente les coûts totaux du projet (incluant le paiement des intérêts)

λ est la variation annuelle du tarif d'achat

2. Taux de rendement interne (TRI):

Le calcul du TRI revient à déterminer le coût moyen pondéré du capital qui annule la valeur actuelle nette, c'est-à-dire le rendement minimum qu'attendent les investisseurs.

$$0 = \sum_{p=1}^{p=N} \frac{FT}{(1 + TRI)^p} - I$$

Pour la méthode analytique, la formule de la VAN se simplifie à l'infini :

$$VAN = \left[\frac{1 + WACC}{WACC - \lambda} \right] TQ - \left[\frac{1 + WACC}{WACC} \right] C - I$$

Comme le montre cette formule, une baisse du tarif d'achat, T, fait baisser la valeur actuelle nette du projet. Cependant, cette démarche analytique ne nous permet pas :

- d'évaluer l'impact d'une baisse des tarifs d'achat qui ne serait pas constante, comme cela est le cas en Allemagne (voir encadré 1) ;
- de tenir compte d'une variation éventuelle des coûts ;
- de déterminer la sensibilité exacte du taux de rendement interne et de la valeur du projet sur une durée de 20 ans uniquement et non infinie ;
- de prendre en compte davantage de variables dans le calcul de cette sensibilité, notamment les annuités de la dette, le paiement des intérêts, éléments qui impactent les flux annuels de trésorerie.

C'est ainsi que Zelya Energy a opté pour l'approche des scénarios en développant un business model complet reflétant davantage la réalité que l'approche analytique.

Zelya Energy a donc défini deux scénarios possibles:

- **Scénario italien** : il vise à appliquer les taux de dégressivité définis par le dernier décret Italien (voir encadré 1) au tarif en 2012 pour simuler les tarifs d'achat à partir de 2013
- **Scénario allemand** : il tient compte des taux de dégressivité indiqués dans la législation allemande existante pour simuler une baisse des tarifs français d'achat d'électricité. En 2013, un taux de dégressivité de 10% sera donc appliqué au tarif de 2012 et 9% en 2014 au tarif de 2013 (voir encadré 1).



Pour chacun de ces scénarios, une valorisation d'une installation de panneaux solaires intégrés au bâti sera effectuée sur une durée de 3 ans qui correspond au temps développement classique de ce type de projet et ce,

à partir de 2012. L'installation intégrée au bâti a été privilégiée car il existe moins de 10 installations de centrales solaires au sol en France, pour le moment. Pour une première approche, le tarif d'achat de l'électricité en 2012 en France a été calculé sur la base d'une augmentation annuelle de 2% par rapport au tarif en vigueur au 1^{er} janvier 2009.

Tableau 2 : Hypothèses de valorisation

Hypothèses de valorisation	
Localisation du projet	Alpes Maritimes
Capacité installée (kWc)	540
Production annuelle (kWh)	649 452
Dépenses d'investissement (m. €)	2,7
Frais d'opération moyen (% des dépenses d'investissement)	2,0%
Ratio de dette	85,0%
taux d'intérêt de la dette	5,5%
Coût des fonds propres	20,0%
Taux d'imposition global	34,4%
Tarif d'achat de l'électricité (c€/kWh)	60,2
Coût moyen pondéré du capital	6,1%

Scénario de référence

Ce scénario prend en considération le tarif français supposé en vigueur au 1^{er} janvier 2012 pour les installations solaires photovoltaïques intégrées au bâti : 638.6€/MWh. Le modèle débouche sur une valeur du projet de 1 384 782,6€ avec un taux de rendement interne de l'ordre de 44%.

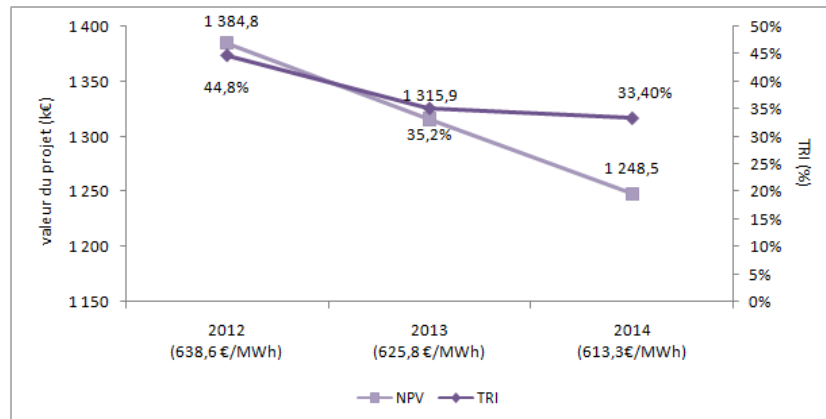
Scénario Italien

Ce scénario met en évidence l'influence d'une baisse constante de 2% par an des tarifs d'achat d'électricité sur la valeur du projet et du taux de rendement interne.

Tableau 3: Taux de rendement interne et valeur du projet avec le scénario italien

Année	2012	2013	2014
Tarif d'achat (€/MWh)	638,6	625,8	613,3
TRI	44,8%	42,9%	41,2%
Valeur du projet (€)	1 384 782,6	1 315 858,0	1 248 548,8

Graphique 1: Variation du taux de rendement et de la valeur du projet en fonction des tarifs d'achat



Le taux de rendement interne diminue en moyenne de 2.7% par an alors que le taux actuariel de la valeur actuelle nette du projet est de 3.4%. Globalement, le projet étudié reste largement rentable d'un point de vue économique et financier sur la période étudiée.

Scénario Allemand

Le scénario allemand vise à mettre en évidence l'impact d'une baisse des tarifs d'achat de l'électricité avec un taux de dégressivité de 10% la première année et 9% pour la deuxième année après la mise en place du système d'indexation dégressive en France (2013) sur le taux de rendement interne et la valeur du projet solaire.

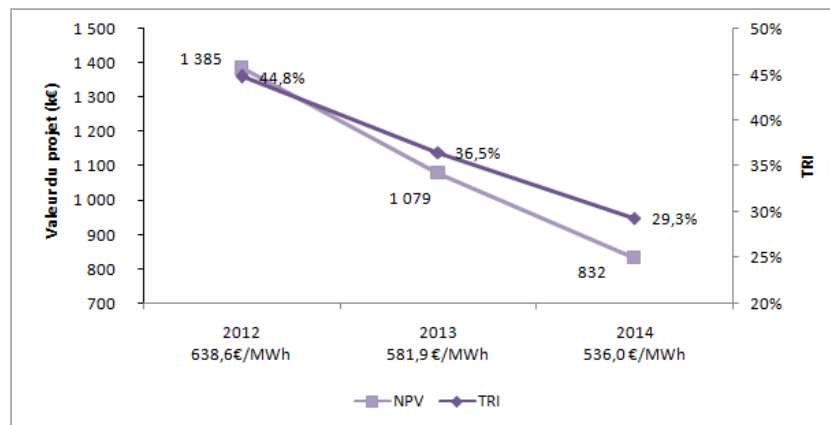
Tableau 4: Tarifs d'achat de l'électricité en Allemagne pour des installations photovoltaïques intégrées au bâti

	2009	2010	2011
Tarif d'achat pour des installations sur toit	39,6	35,6	32,4
Prime d'intégration au bâti (c€/kwh)	5	5	5
Tarif d'achat total	445,8	406,2	374,2
% de baisse annuelle	-	-9%	-8%

Tableau 5: Taux de rendement interne et valeur du projet avec le scénario allemand

Année	2012	2013	2014
Tarif d'achat (€/MWh)	638,6	581,9	536,0
TRI	44,8%	36,5%	29,3%
Valeur du projet (€)	1 384 782,6	1 079 468,1	832 308,7

Graphique 2: Variation du taux de rendement et de la valeur du projet en fonction des tarifs d'achat



Cette baisse, plus importante que pour le scénario précédent du tarif d'achat de l'électricité produite à partir de panneaux solaires intégrés au bâti, impacte donc plus fortement le taux de rendement interne et surtout la valeur du projet. En effet, le TRI diminue en moyenne par an de 13% tandis que le taux actuariel du projet est de -16% sur la période étudiée.

Quel serait l'impact sur la rentabilité financière des projets d'une baisse des tarifs en France ?

La simulation de l'impact d'une baisse des tarifs d'achat de l'électricité sur les indicateurs de rentabilité financière comme le taux de rendement interne ou la valeur du projet à travers les deux scénarios allemand et italien met en évidence le fait que :

- Une baisse progressive du tarif d'achat comme en Italie serait envisageable pour la France puisque la rentabilité financière reste tout de même assez forte à moyen terme. Cette baisse progressive de 2% par

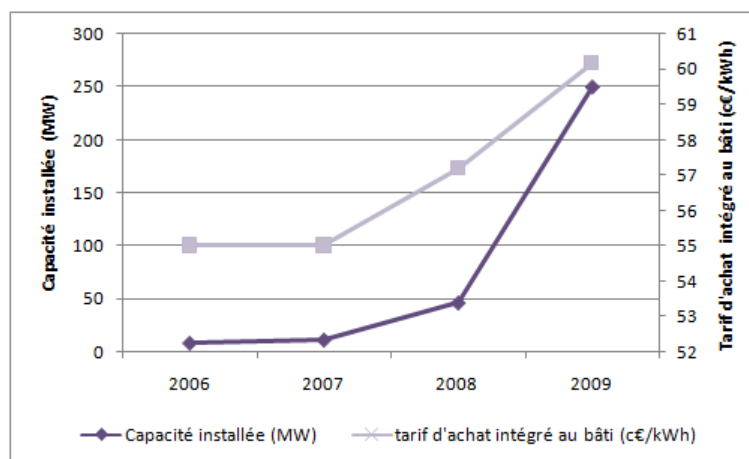
an dans le scénario italien n'est cependant applicable que tant que la puissance cumulée reste inférieure à 1 200 MW.

- Une diminution plus brutale des tarifs d'achat comme c'est le cas en Allemagne par rapport à l'Italie fait certes diminuer le taux de rendement interne mais malgré cela, la rentabilité des centrales est assurée.

Y a-t-il un risque d'éviction lors d'une baisse des tarifs d'achat d'électricité produite à partir de centrales solaires photovoltaïques ?

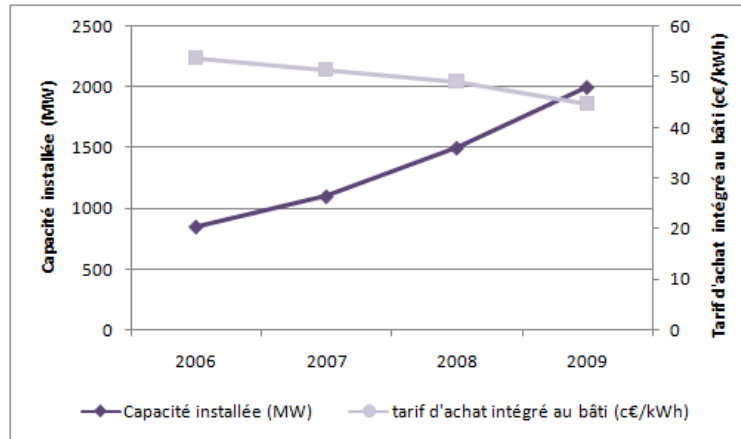
Pour compléter cette étude, Zelya Energy a comparé l'évolution des tarifs d'achat d'électricité depuis 2006 avec celle de la capacité installée totale pour les trois pays suivants : l'Allemagne, l'Italie et la France. Les tarifs d'achat concernent des installations solaires photovoltaïques intégrées au bâti de plus de 100 kWc.

Graphique 3: Evolution de la capacité installée et des tarifs d'achat en France entre 2006 et 2009



Ce premier graphique démontre clairement une corrélation positive entre l'évolution de la capacité installée et l'augmentation du tarif d'achat d'électricité produite à partir d'installations solaires photovoltaïques intégrées au bâti.

Graphique 4: Evolution de la capacité installée et des tarifs d'achat en Allemagne entre 2006 et 2009

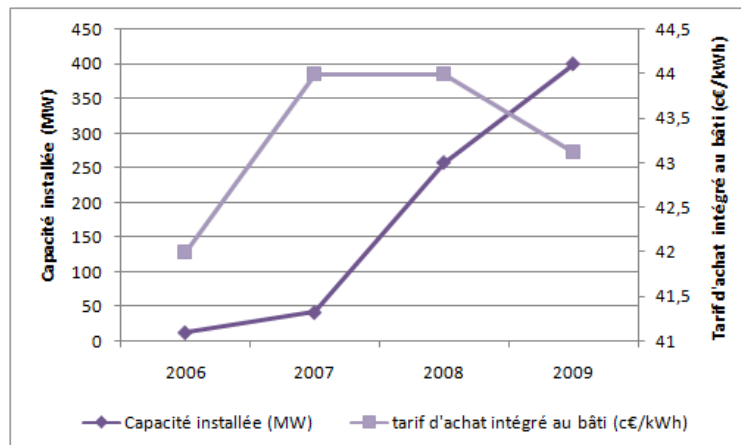


En ce qui concerne l'Allemagne, on note que l'évolution du tarif d'achat de l'électricité n'a pas impacté négativement la croissance de la capacité installée totale dans le pays. En effet, malgré la baisse du tarif d'achat depuis 2006, les investissements dans des installations solaires photovoltaïques ne semblent pas avoir été affectés. Ceci démontre qu'un effet d'éviction du fait d'une baisse du tarif d'achat n'est pas évident. Le secteur solaire semble avoir résisté à la dégressivité des tarifs d'achat, qui peut s'expliquer notamment par la position avancée de l'Allemagne sur la courbe d'apprentissage.

Il est important de noter qu'il est impossible de superposer les deux courbes liées à la croissance de la capacité installée et de l'évolution du tarif d'achat. En effet, une augmentation du tarif d'achat en 2006 impactera la croissance de la capacité installée seulement en 2007 ou 2008.

Ainsi, on remarque aussi une forte corrélation à la hausse entre la croissance de la capacité installée et l'évolution du tarif d'achat d'électricité pour l'Italie :

Graphique 5: Evolution de la capacité installée et des tarifs d'achat en Italie entre 2006 et 2009



Malgré un tarif d'achat identique entre 2007 et 2008, la capacité installée a connu une croissance de 60% entre 2008 et 2009. Le secteur solaire italien pourrait donc maintenir son fort développement malgré des tarifs d'achat qui stagnent, voire qui baissent légèrement (voire encadré 2).

Avec les informations disponibles sur la récente croissance du secteur solaire, il semblerait qu'il soit très sensible en France à la hausse aux tarifs d'achat de l'électricité photovoltaïque. Une légère baisse des tarifs d'achat pourrait donc ralentir la croissance de la capacité installée mais ne compromettrait pas la rentabilité financière assez conséquente de ces projets d'installation de centrales.

Auteur: Mia Agoumi, financial analyst

Contact: Mia.Agoumi(-at-)zelya.com

Phone: + 33 4 93 71 33 11

September 2009

Zelya Energy propose notamment à ses clients des business plan complets, une analyse financière, une estimation des besoins de financement, le calcul de la rentabilité financière grâce à une valorisation des projets de développement de centrales électriques (éolien, biomasse, solaire, cogénérations). Zelya Energy offre également la possibilité d'estimer les tarifs d'achat pour toutes les sources d'énergies renouvelables sur la base d'une modélisation des indices de l'INSEE.

Pour en savoir plus sur les services de Zelya Energy dans le solaire photovoltaïque: [Marché et réglementation du secteur solaire](#) [Développement de centrales solaires](#) et [études de faisabilité](#)

© Zelya Energy, 2006-2009 All Rights Reserved No Unauthorized Reproduction or Copying