



Rédacteur : Sylvain DESEAU, conseiller agro-équipements – Chambre d'Agriculture du Loiret

## Solaire photovoltaïque : Peut-on envisager une implantation au Nord des panneaux ?

Juillet 2021

Avec la baisse continue du tarif d'achat d'électricité proposé par l'Etat, la rentabilité des projets solaires photovoltaïques s'obtient plus aujourd'hui par la quantité de kWh revendus (effet volume) que par le prix. Il peut donc être tentant de valoriser l'ensemble des surfaces de toiture disponibles sur les exploitations. Après notre étude de 2019 sur l'impact de l'orientation Est/Ouest des panneaux (\*), nous vous proposons cette fois de simuler la rentabilité d'une centrale implantée au Nord.

(\* Etude téléchargeable sur notre site internet : <https://centre-valde Loire.chambres-agriculture.fr/produire-innover/energies/photovoltaique/>).

Rappelons que l'effet photovoltaïque consiste à transformer la lumière du soleil (et non la chaleur) en électricité. Le rayonnement solaire global se répartit en un rayonnement direct qui justifie que l'on oriente principalement les panneaux au Sud et un rayonnement diffus, provenant de l'atmosphère, qui arrive de toutes parts. (\*)

Les cellules en silicium cristallin constituant la majorité des panneaux solaires actuels réagissent mieux au rayonnement direct.

Toutefois, l'évolution technologique des quinze dernières années permet aux modèles récents d'être plus réactifs au rayonnement diffus et d'envisager plus de production :

- Qualité du verre laissant passer plus de lumière
- Augmentation du rendement des cellules.

(\* Il existe un troisième type de rayonnement, dit « Albédo », correspondant au rayonnement réfléchis par le sol, particulièrement sur les surfaces blanches (sol calcaire, neige), l'eau, la glace, etc ...

### Productible de référence Orléans (Source PVGIS)

kWh/kWc (*)	Pente de toit		
	10°/17%	17°/30%	35°/70%
Sud	1113	1158	1216
Nord	919	839	643
Est	1022	1013	973
Ouest	1018	1006	959

(\* Nombre de kWh d'électricité solaire produits par la centrale pour 1 kW de puissance installé.

## Deux « cas de figure » peuvent vous amener à équiper le pan Nord d'une toiture.

Cas de figure n° 1 : Le pan Sud de votre bâtiment n'est pas suffisamment grand pour installer une centrale de 100 kWc. Un complément de panneaux au Nord vous permettrait d'atteindre le seuil maxi de la tranche 36-100 du tarif d'achat proposé par l'Etat (\*).

Cas de figure n° 2 : Vous souhaitez valoriser toute la surface de toiture disponible sur votre bâtiment ce qui représentera une puissance supérieure à 100 kWc.

- Soit vous avez déjà fait installer une première centrale 100 kWc côté Sud. Vous envisagez d'en réaliser une deuxième, en respectant le délai de 18 mois, pour valoriser la place restante.
- Soit vous n'avez rien installé pour l'instant. Votre projet s'inscrit dans le cadre du nouvel arrêté tarifaire de l'Etat (voir § ci-dessous).

### Simulation de production et de rentabilité d'une centrale 100 kWc en revente totale de l'électricité (1)

	Inclinaison du toit					
	17°			35°		
	Productible (kWh/kWc)	Bénéfice € HT (2)	Rentabilité en % (3)	Productible (kWh/kWc)	Bénéfice € HT (2)	Rentabilité en % (3)
Hypothèses plein Sud	1158	78 410	3.44	1216	89 347	3.79
	Ecart par rapport à l'hypothèse plein Sud					
50% Est + 50% Ouest	1009 -13%	50 313 -36%	2.45	966 -21%	42 205 -53%	2.12
100% Nord	839 -28%	18 257 -77%	1	643 -47%	< 0	< 0
50% Sud + 50% au Nord	998 -14%	48 239 -39%	2.36	929 -24%	35 228 -61%	1.82
60% Sud + 40% Nord	1030 -11%	54 273 -31%	2.6	987 -19%	46 165 -46%	2.28
70% Sud + 30% Nord	1062 -8%	60 308 23%	2.82	1044 -14%	56 913 -36%	2.70
80% au Sud et 20% Nord	1094 -5.5%	66 342 -15%	3.04	1101 -10%	67 662 -25%	3.08

(1) hypothèse tarif d'achat 2<sup>ème</sup> trimestre 2021 : 0.0952 €/kWh.

(2) Bénéfice net avant impôt cumulé sur 20 ans. Ne prend pas en compte une éventuelle remise en état de la toiture. Hypothèse investissement (centrale 100 kWc + raccordement) : 81 000 € HT

(3) Equivalence rentabilité d'un placement bancaire

## A retenir :

- **Les hangars sont moins impactés que les granges.** En toute logique, les toitures faiblement inclinées subissent moins l'impact d'une orientation plein Nord. Si la production d'un toit de grange à 35° orienté plein Sud est plus importante que celle d'un toit à 17° (inclinaison standard des bâtiments solaires PV asymétrique), elle se dégrade plus vite au fur et à mesure que l'on se désaxe.

L'idéal pour les implantations au Nord serait de ne pas excéder 10 à 15° d'inclinaison (-20 % de perte de production sur un toit de 10°) ce qui correspond à la conception de bâtiment bi pente symétrique type industriel. Mais rappelons que c'est la centrale solaire qui doit s'adapter à la conception de la toiture et non l'inverse. La priorité doit être donnée à l'usage du bâtiment.

- **Montage 100% Nord : pas rentable !** Avec une perte de production de 28%, la rentabilité d'une centrale 100 kWc sur un toit à 17° chute de 77% ! Autant dire que le projet n'a pas d'intérêt. Pour des puissances plus faibles (en restant dans la tranche 36 à 100) ou sur un toit incliné à 35°, le bilan est carrément négatif. Certains tenteront d'inverser la tendance en calant le calcul de rentabilité sur la durée de vie des panneaux, à savoir 30 voire 35 ans, au lieu des 20 ans de la durée du contrat d'achat EDF. Mais difficile de savoir aujourd'hui à quelle valeur vous valoriserez les kWh produits les quinze dernières années. D'autres, trouveront un intérêt économique en intégrant leur projet dans une approche globale d'exploitation (rénovation de toiture, défiscalisation, ...).

**Conseil d'installateur :** « Aujourd'hui, il peut être judicieux de rendre les surfaces au Nord équipables, afin d'être prêt demain si la rentabilité est démontrée ».

- **Rentabilité Nord/Sud similaire à Est/Ouest.** Avec 3% d'écart seulement sur un toit à 17°, la rentabilité d'un projet équitablement réparti entre le Nord et le Sud (50/50) est à peu près similaire à celle d'une centrale Est/Ouest. On notera en passant que des panneaux orientés à l'Est produisent toujours légèrement plus que ceux à l'Ouest.
- **Quand on manque de place côté Sud, mieux vaut compléter au Nord.** La rentabilité des projets inférieurs à 100 kilo (toujours en restant dans la tranche 36-100), est handicapée par leur coût. Celui-ci n'est pas proportionnel à la puissance. Sur un 80 kilo, l'équipement en onduleur est identique au 100 kilo et le coût du raccordement au réseau varie peu. Donc, si la puissance de votre projet est bridée côté Sud, il est judicieux de rajouter des panneaux côté Nord pour atteindre autant que possible le seuil de 100 kWc.

Bénéfice sur 20 ans	Projet 60 kWc (Investissement : 59 000 €)	Projet 80 kWc (Investissement : 70 000 €)
Puissance bridée côté Sud faute de place	24 241 €	47 280 €
Avec complément au Nord pour atteindre 100 kWc	60 kWc au Sud + 40 kWc au Nord 54 273 €	80 kWc au Sud + 20 kWc au Nord 66 342 €
Gain	+ 30 032 €	+ 19 062 €

- **Le cas particulier de l'optimisation de puissance des centrales 100 kWc :** Le montage au Nord est proposé par certains installateurs en complément d'un projet 100 kilo plein Sud. Tous les panneaux sont montés en même temps mais ceux du Nord sont mis en service dix-huit mois après ceux du Sud. Ils sont tous raccordés sur le même onduleur et sur le même point d'injection au réseau. L'investissement côté Nord se limite donc au coût des panneaux et aux frais de pose d'où l'intérêt en terme de rentabilité. Dans ce cas, on dépasse rarement une répartition 80% au Sud /20% au Nord.
- **Et pour de l'autoconsommation ?** On retrouve, avec des panneaux au Nord, la même logique que sur les montages Est/Ouest. Compte tenu de la trajectoire du soleil dans le ciel l'été, les panneaux au Nord produisent plus que ceux au Sud en première partie de matinée.

*(\*) Il existe actuellement 4 tranches de tarifs d'achat réglementés dans le cadre de la revente totale d'électricité solaire : 0-3 kWc, 3-9 kWc, 9-36 kWc et 36-100 kWc. La tranche 36-100 est la plus souvent sollicitée en agricole. Elle sert de base à notre étude.*

## **Bientôt l'arrivée du nouvel arrêté tarifaire 100- 500.**

Aujourd'hui, pour réaliser une centrale de plus de 100 kWc, il est nécessaire de passer par une procédure d'appel d'offre. Dans cette démarche, ce n'est pas l'Etat qui vous propose un tarif d'achat d'électricité mais vous qui lui en proposez un. Les dossiers de demande sont mis en concurrence à l'échelle nationale. Les Régions du Sud de la France sont favorisées grâce à leur supplément d'ensoleillement. Peu de dossiers sont réalisés sur notre secteur.

Le nouvel arrêté vise à étendre l'obligation d'achat aux centrales dont la puissance est comprise entre 100 et 500 kWc. Il facilitera le développement des projets sur grandes toitures de 500 à 5000 m<sup>2</sup>. En agricole, les projets devraient se concentrer sur la tranche 100 -300 kWc, puissance au-delà de laquelle le raccordement au réseau subit un surcoût.

Au moment où nous écrivons cette note, l'arrêté n'est pas encore sorti. Annoncé depuis février 2020, sa publication devrait aboutir fin juillet, au plus tard Septembre, selon une annonce récente du porte-parole du gouvernement.

Avec un premier niveau de tarif annoncé à 9.80 centimes d'euros/kWh, c'est-à-dire supérieur au tarif actuel de la tranche 36-100, voilà une opportunité de valoriser plus de surface de toiture disponible y compris celles au nord.

Contact : Sylvain DESEAU : 02 38 98 80 39 ou 06 86 40 98 16, sylvain.deseau@loiret.chambagri.fr