



LIVRE BLANC - REPOWERING ET DIGITALISATION : UNE DEUXIEME VIE POUR LES CENTRALES PHOTOVOLTAÏQUES

Une dizaine d’années après le boom du marché du photovoltaïque, alors que l’Europe a atteint la barre symbolique des 100 GWc de capacité photovoltaïque installée, de nouveaux défis apparaissent, aussi bien pour les investisseurs que pour les professionnels de la filière. En effet, il s’agit de tirer les enseignements de la première partie du cycle d’exploitation et de préparer la suite, dans un contexte nouveau et un marché à présent plus mature. Compte tenu de l’évolution des tarifs d’achat et des avancées technologiques de ces dernières années, de plus en plus d’investisseurs prennent conscience des enjeux liés à la gestion du parc installé. Ainsi de nombreux propriétaires et exploitants de centrales s’interrogent sur la pertinence d’un changement de matériel. Très habituel dans de nombreux domaines, le retrofit – pratique consistant à échanger des composants jugés obsolètes tout en maintenant la configuration d’origine d’un système – est pourtant relativement peu développé dans le domaine de l’énergie solaire. Le repowering - le remplacement des panneaux photovoltaïques et/ou des onduleurs d’une centrale solaire en exploitation – et la digitalisation - le fait de doter la centrale de capacités d’analyse et de pilotage des paramètres de production – représentent néanmoins les clés de la rentabilité future des centrales actuellement en exploitation et la garantie de leur durée de vie.

Les centrales solaires face à de nouveaux enjeux

Alors que plus de la moitié du parc installé en France et en Europe affiche 5 ans ou plus de mise en service et termine un premier cycle d’exploitation, les propriétaires bénéficient à présent d’un retour d’expérience significatif et doivent mettre à jour leurs prévisions dans un contexte forcément différent. Les premiers résultats d’exploitation, satisfaisants ou décevants, invitent nécessairement à se poser les questions du maintien de la rentabilité et de la valorisation des actifs sur le long terme, notamment à l’issue du tarif d’achat.

Baisse de performance : un risque pour les investisseurs, un défi pour les professionnels

Le maintien de la performance dans le temps est un enjeu parfaitement pris en compte par les développeurs et investisseurs et la baisse inévitable du rendement des différents composants pleinement anticipée et intégrée dans les business plans. Néanmoins, selon une étude menée par un bureau d'études leader en Europe et portant sur un échantillon représentatif de plus de 600 centrales commerciales dans plusieurs pays, une part significative des centrales de type commercial sont en situation de sous-performance avérée, avec 50% des centrales montrant un écart de performance de 2% ou plus par rapport au prévisionnel, et 25% avec un écart de 6% ou plus. Les causes de cette sous-performance sont majoritairement de 2 deux ordres : un défaut ou un problème de conception ou une usure prématurée des composants. Plusieurs autres études tendent également à montrer que la baisse de performance anticipée est assez régulièrement sous-évaluée, invitant ainsi à revisiter les hypothèses pour les années suivantes et à envisager des actions. En effet, certaines situations sont réversibles, d'autres impliquent un changement de matériel, et la question du timing devient cruciale : faut-il attendre que la situation devienne critique ou anticiper les problèmes et réinvestir dès aujourd'hui ?

Alors que le vieillissement d'un actif solaire implique une baisse de production, son entretien et sa maintenance entraînent en même temps des coûts d'exploitation constants voire croissants, mettant en danger les niveaux de rentabilité. Pour les professionnels de l'O&M, c'est aussi un nouveau défi auquel il faut répondre en apportant des solutions techniques mais aussi des services à valeur ajoutée, afin d'assurer aux propriétaires l'exploitation du plein potentiel de leur centrale et un maintien dans le temps de la production.

Enjeux liés à la transition énergétique

Mais c'est en fait sur le très long terme que se situent les principaux enjeux. La vision ne doit pas se limiter à la période du tarif d'achat : le solaire a vocation à perdurer bien au-delà de 20 ans, sans le support du tarif d'achat. Par nature, le solaire intègre plusieurs des caractéristiques typiques de la source d'énergie du futur - propre, illimitée et décentralisée - mais il doit encore répondre aux défis de la durabilité et digitalisation.

Concrètement, il s'agit d'une part de garantir la durée de vie des installations photovoltaïques avec un niveau de performance constant et, d'autre part, que ce prolongement du cycle d'exploitation se fasse dans des conditions qui ne remettent pas en question l'équilibre économique et financier de l'installation. En d'autres termes, la centrale photovoltaïque futur-compatible doit offrir toutes les garanties d'une production d'énergie constante, fiable et sans surprise sur le coût du kWh supplémentaire : produire plus, plus longtemps.

Avec la logique de décentralisation, le marché de l'énergie a déjà démarré sa révolution numérique, à plusieurs niveaux de la chaîne de valeur, notamment en matière de commercialisation et de consommation. L'enjeu se situe à présent au niveau de la production, qui va devoir s'adapter aux nouveaux usages (autoconsommation, blockchain) et s'intégrer aux smart grids. C'est par ce biais que le solaire pourra s'ancrer durablement dans le modèle énergétique et notamment offrir des perspectives rentables pour les centrales pendant de nombreuses années après le contrat d'achat, que ce soit en autoconsommation ou sur le marché libre, porté par le rapprochement entre producteur et consommateur.

Repowering et digitalisation : une réponse aux nouveaux défis

Le modèle actuel montre ses limites et nécessite probablement de redéfinir les règles et les indicateurs pertinents. En premier lieu, il convient de reconnaître le caractère évolutif de la centrale, et de se focaliser sur les coûts du kWh plutôt que sur les kWc ou sur le ratio de performance plutôt que sur le ratio de disponibilité.

Une vision disruptive de la gestion des centrales

La vision traditionnelle de l'exploitation d'une centrale étant basée sur un status quo technologique et une maintenance essentiellement curative, qui ne sont pas à même de répondre à ces nouveaux enjeux il faut une vision nouvelle qui s'appuie sur quelques règles simples :

- *Piloter par le revenu plutôt que par les coûts* – Il est bien plus vertueux de chercher à maximiser les revenus, plutôt que de limiter les dépenses et il n'est jamais trop tard pour faire mieux. Réinvestir pour augmenter son revenu s'avère souvent une opération profitable et une mise à jour technologique peut améliorer le ROI de la centrale
- *Intégrer l'innovation* - Au cours de ces 10 dernières années des progrès importants ont été réalisés en matière de rendement des composants et de nouvelles solutions d'optimisation sont disponibles sur le marché qui peuvent bénéficier aux installations et les prémunir contre l'obsolescence. En outre, le « bon » niveau de performance n'est pas forcément celui retenu dans le business plan et il est toujours possible d'optimiser le potentiel de la centrale
- *Se projeter sur le long-terme, au-delà du contrat d'achat* - Anticiper les problèmes, c'est pouvoir faire les bons arbitrages et agir dans le bon timing, assurant ainsi la pérennité de la centrale. Une centrale est un actif qu'il faut gérer sur le très long terme et préparer l'avenir, c'est à la fois s'assurer de la compétitivité de l'énergie solaire produite à partir de la 21^{ème} année, anticiper les mutations du marché et veiller à ce que les centrales soient en mesure de répondre aux nouveaux usages et aux nouveaux besoins

Repowering et MLPE, une opportunité pour le parc existant

Dans un tel contexte, les investisseurs peuvent légitimement se poser la question du remplacement des équipements, même si ces derniers ne présentent pas de panne ou de défaut majeur. En effet, maintenir un équipement en l'état va coûter de plus en plus cher, alors même que sa productivité va baisser. Or les onduleurs et panneaux actuels offrent des performances bien supérieures, à un prix bien plus compétitif que par le passé. Une mise à jour technologique de sa centrale offre ainsi un retour sur investissement évident, en palliant les pertes de productivité et en augmentant le niveau de performance grâce aux évolutions technologiques. Attendre est bien souvent synonyme de manque à gagner et, si l'atteinte de la fin de période de garantie constitue une occasion parfaite, le repowering peut s'avérer rentable bien avant et doit être envisagé.

Par ailleurs, au-delà de l'architecture « traditionnelle » des centrales, de nouvelles solutions ont fait leur apparition sur le marché depuis 5 ans. Le MLPE (module-level power electronics) a en effet apporté de nombreuses nouveautés, offrant des possibilités d'optimisation des installations et apportant une dimension digitale. Ces solutions ont atteint un niveau de pénétration significatif dans les nouvelles installations mais leur potentiel pour les centrales existantes n'est à ce jour pas encore

exploité, alors qu'elles offrent des perspectives tout aussi intéressantes, aussi bien pour les propriétaires que pour les professionnels de la maintenance et de l'exploitation. La mise en œuvre du MLPE dans les centrales en exploitation représente une occasion unique de mettre à niveau le parc existant en offrant aux propriétaires une solution efficace à leurs problèmes de performance tout en préparant le futur et en transformant un manque à gagner probable en un revenu supplémentaire. Avec le MLPE la centrale fait donc un saut technologique et entre dans l'ère du digital, lui assurant ainsi un allongement de sa durée de vie et sa pérennité au-delà de la 20^{ème} année.

Pérenniser la rentabilité des actifs solaires

L'enjeu de rentabilité des actifs solaires sur le long terme dépend en effet de leur capacité à générer des revenus, que ce soit dans le cadre du tarif d'achat, mais aussi au-delà. Les nouvelles solutions disponibles sur le marché, en particulier de la famille des MLPE, s'inscrivent dans cette logique et permettent de remplir trois objectifs : corriger les problèmes les plus fréquents, optimiser le potentiel de la centrale et mettre en place une stratégie O&M efficace et rentable.

Corriger la sous-performance

Les optimiseurs permettent en premier lieu d'apporter une réponse efficace aux problèmes de performance des installations liés à leur conception, comme c'est le cas lorsqu'on est confronté à des chaînes de taille hétérogène ou à des inclinaisons et/ou des orientations de panneaux différentes. Ces problématiques sont assez fréquentes, résultant d'une volonté initiale de maximiser la taille des systèmes et d'utiliser au maximum les surfaces de toiture disponibles, sans considération pour la performance. Or, c'est une réalité bien connue de tous que la production de l'ensemble des panneaux est affectée par le panneau le moins performant. Ainsi, la disparité entre panneaux génère des pertes considérables d'énergie. L'intérêt de mettre en œuvre des optimiseurs est ainsi évident : chaque panneau sera optimisé pour produire une énergie maximale, indépendamment des autres, assurant ainsi de tirer parti du potentiel maximal du système, sans être pénalisé par les maillons faibles. Ainsi les installateurs et mainteneurs ont accès à des solutions adaptables à tout type de centrale et apportant une réponse à tout type de problématique, notamment pour corriger problèmes les plus fréquents tels que l'ombrage ou le mismatch, entre autres.

Outre la détection et la correction des problèmes réversibles, l'enjeu qui domine est celui de la pleine exploitation du potentiel de la centrale. Les contrats d'achats empêchant l'ajout de nouvelles capacités, il est possible d'optimiser le rendement énergétique d'une centrale grâce à la mise en œuvre de solution de MLPE et/ou à des opérations de repowering impliquant par exemple la reconfiguration des onduleurs. Une mise à jour de la centrale permet ainsi d'augmenter la production d'énergie sans ajout de capacités supplémentaires.

Analyse au panneau et maintenance prédictive

Les outils actuels permettent de suivre la production globale et de signaler les problèmes systémiques voire au niveau du string. Mais sur les 450 millions de panneaux solaires installés en Europe, combien sont défectueux et dans quelle mesure ? Et quel est leur impact sur la performance du système auquel ils appartiennent ? Ces questions jusqu'à présent sans réponse peuvent être résolues grâce à une fonctionnalité unique au MLPE : l'analyse de performance (tension, intensité, voire température) au niveau du panneau en temps réel. L'utilisation des technologies numériques permet ainsi de piloter et maîtriser la performance, avec la mise en œuvre d'une méthode en 3 temps :

détection, analyse, correction. Le monitoring en temps réel au niveau du panneau c'est la possibilité à chaque instant d'identifier les points de faiblesses de la centrale qui nuisent à la performance d'ensemble et qui représentent ainsi un risque à plus ou moins long terme. En utilisant en complément les outils d'analyse adaptés, il est désormais possible d'identifier précisément l'origine de la dégradation, mais aussi de quantifier précisément le risque et de déterminer les différentes options envisageables. Ce ciblage optimal et ces outils décisionnels constituent deux leviers puissants pour une maintenance optimisée, plus efficiente. A terme, le numérique apportera une quatrième brique, l'anticipation, ouvrant ainsi la possibilité d'une maintenance prédictive. Un tel niveau d'analyse assure ainsi aux propriétaires et exploitants une sérénité totale.

De nouvelles opportunités pour les professionnels

Ces nouvelles solutions et ces pratiques innovantes ne vont cependant pas se généraliser sur le marché d'elles-mêmes. Les fabricants et experts techniques sont là en support et peuvent jouer leur rôle dans l'évangélisation du marché mais les installateurs et acteurs de l'O&M ont un rôle encore plus important à jouer : promouvoir et proposer ces solutions aux propriétaires et aux investisseurs. Avec une offre adaptée, le potentiel de chiffre d'affaires supplémentaire est immense pour toute une filière.

Accompagner les propriétaires tout au long du cycle de vie de la centrale

L'accompagnement des propriétaires dans la recherche de performance est un enjeu majeur pour l'ensemble de la filière, bureaux d'études et entreprises de maintenance en premier lieu. La question n'est pas de savoir comment optimiser les coûts d'O&M mais bien de s'assurer que chaque euro dépensé en O&M aura un impact positif sur les revenus futurs. Et l'offre actuelle d'O&M axée sur la recherche d'un taux de disponibilité maximum et basée sur la réactivité n'apporte pas une réponse satisfaisante. Une approche plus efficiente de l'O&M consiste donc non seulement à profiter des grandes étapes du cycle de vie de la centrale pour proposer des évolutions techniques majeures présentant un profil de rentabilité attrayant, mais également à guetter en permanence le moindre potentiel d'optimisation de la production d'énergie. En d'autres termes, il s'agit de faire passer la maintenance d'un « mal nécessaire » à un rouage essentiel du processus de recherche de rentabilité.

Développer une offre de services à valeur ajoutée

La véritable révolution que propose le MLPE se situe également au niveau du potentiel commercial qu'elle offre aux installateurs et mainteneurs. C'est en effet une véritable boîte à outils qui pourra constituer le socle d'une offre de services à valeur ajoutée à destination des propriétaires de centrales, avec des perspectives de revenus supplémentaires et de longévité accrue de leur actif.

Une centrale digitalisée grâce au MLPE, c'est l'assurance d'une visibilité totale sur le niveau de performance, à tout moment et en toute circonstance. Il suffit d'une connexion internet, même sur un simple smartphone, pour pouvoir établir immédiatement un diagnostic précis de la situation et avoir ainsi une réactivité optimale, limitant de la sorte au minimum le risque de perte de production. Pour le mainteneur c'est un formidable outil non seulement pour améliorer son efficacité opérationnelle mais également pour démontrer à son client la valeur ajoutée du service proposé. L'intérêt est évidemment d'autant plus grand lorsqu'un nombre important de sites est connecté : sur une seule et unique plateforme, il devient possible d'avoir une vue d'ensemble sur l'état du parc, de détecter les problèmes et de comparer les niveaux de performance. Pour le mainteneur c'est donc un outil puissant de planification et une opportunité unique de chiffre d'affaires supplémentaire, par l'anticipation des

problèmes et la démonstration de la pertinence de l'intervention proposée : il n'est plus nécessaire d'attendre une rupture totale de service pour justifier d'une intervention et d'un changement de matériel, il est à présent possible d'anticiper les dysfonctionnements et de démontrer l'impact d'un remplacement de module ou d'onduleur. Grâce à la digitalisation, les entreprises de maintenance peuvent basculer progressivement sur un modèle de maintenance prédictive et ainsi créer des opportunités de chiffre d'affaires supplémentaire, tout en apportant de la valeur au client.

Analyser, quantifier et aider à la décision

Les enjeux de la longévité d'une centrale photovoltaïque sont situés principalement au niveau du panneau, dont l'analyse de la performance était jusqu'à présent difficile en dehors d'un process d'audit long, complexe et coûteux. Avec un monitoring en temps réel au niveau du panneau, une plateforme de visualisation et les outils d'analyse adaptés, il devient possible de détecter les anomalies, d'en identifier la nature et l'origine, de quantifier les pertes afférentes, même minimes, et de décider dans les meilleures conditions de la réponse à apporter. En dotant les centrales de capacités digitales, la maintenance gagnera en efficacité grâce aux outils numériques de supervision et d'analyse permettant d'adopter un process optimal basé sur la proactivité et la prédictibilité, plutôt que sur la réactivité. Le mainteneur deviendra alors un allié indispensable des propriétaires pour lutter contre le vieillissement des centrales.

L'opportunité est bien réelle et le timing est idéal : les solutions existent, les niveaux de prix sont attractifs, avec des retours sur investissement faciles à démontrer et pour un grand nombre de centrales âgées de 7 à 10 ans, les onduleurs arrivent en fin de période de garantie. Il y a donc ici une occasion formidable de donner un souffle nouveau au secteur de la maintenance en proposant une mise à jour technologique avec ces nouvelles solutions et ainsi donner une seconde vie à la centrale avec des perspectives extrêmement attrayantes pour les propriétaires et un relais de croissance formidable pour les professionnels de la maintenance et les installateurs

Yan Baratte

Co-fondateur de Quantom



Créée en 2015 par des professionnels aguerris du photovoltaïque, Quantom est une start-up spécialisée dans l'optimisation et la digitalisation des centrales photovoltaïques commerciales. Nous proposons une approche nouvelle de la gestion des centrales photovoltaïques, construite sur l'optimisation de la performance, l'innovation technologique et la digitalisation. Entourés par les meilleurs experts et des partenaires de premier plan, nous apportons des solutions techniques innovantes à nos clients en recherche de rentabilité, avec un taux de succès de 100% à ce jour.

www.quantom.solar