

Les appels d'offres Innovation en France et en Allemagne

Cadre juridique et retours d'expérience

Décembre 2020

Auteur :

Markus Wagenhäuser, OFATE, markus.wagenhauser@developpement-durable.gouv.fr

Résumé

Pour promouvoir les projets innovants de production d'énergie renouvelable, l'Allemagne comme la France recourent au dispositif des appels d'offres Innovation qui repose sur les lignes directrices de l'Union européenne concernant les aides d'État à la protection de l'environnement et à l'énergie.

Au cours des trois périodes de candidature organisées jusqu'à maintenant en France, des solutions photovoltaïques innovantes ont pu concourir dans différentes catégories afin d'obtenir un soutien public. En raison d'un chevauchement possible avec les appels d'offres classiques (dédié à une technologie) et malgré une révision importante, le renouvellement de ce dispositif a fait l'objet de débats. Toutefois, la planification à long terme du gouvernement français prévoit un relèvement du volume des appels d'offres au rythme d'un appel d'offres par an.

L'Allemagne a lancé un appel d'offres Innovation le 1^{er} septembre 2020. Peuvent y participer les projets d'EnR innovants s'appuyant sur une seule technologie ou en associant plusieurs, ainsi que les projets liés aux systèmes de stockage. Un complément de rémunération fixe et une limitation du nombre de lauréats seront testés dans le cadre de cet appel d'offres en cas de sous-souscription. Le projet de réforme de la loi allemande sur les énergies renouvelables en 2021 (dite loi EEG 2021) prévoit la reconduction du dispositif des appels d'offres Innovation avec des volumes accrus.

Soutenu par :



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Soutenu par :





Sommaire

Résumé	1
Disclaimer	2
Contexte	3
I. Cadre réglementaire des appels d’offres Innovation en France et en Allemagne	4
I.1. Cadre réglementaire en France	4
I.2. Cadre réglementaire en Allemagne	6
II. Récents retours d’expérience en France et en Allemagne	8
II.1. Retours d’expérience en France	8
II.2. Premier appel d’offres Innovation en Allemagne	9
II.3. Comparaison des approches allemande et française	11

Disclaimer

Le présent texte a été rédigé par l’Office franco-allemand pour la transition énergétique (OFATE). La rédaction a été effectuée avec le plus grand soin. L’OFATE décline toute responsabilité quant à l’exactitude et l’exhaustivité des informations contenues dans ce document.

Tous les éléments de texte et les éléments graphiques sont soumis à la loi sur le droit d’auteur et/ou d’autres droits de protection. Ces éléments ne peuvent être reproduits, en partie ou entièrement, que suite à l’autorisation écrite de l’auteur ou de l’éditeur. Ceci vaut en particulier pour la reproduction, l’édition, la traduction, le traitement, l’enregistrement et la lecture au sein de banques de données ou autres médias et systèmes électroniques.

L’OFATE n’a aucun contrôle sur les sites vers lesquels les liens qui se trouvent dans ce document peuvent vous mener. Un lien vers un site externe ne peut engager la responsabilité de l’OFATE concernant le contenu du site, son utilisation ou ses effets.

Contexte

Face à l'augmentation de la production variable éolienne et photovoltaïque, dans les systèmes électriques, les concepts innovants visant à intégrer cette production et à optimiser l'affectation des sols représenteront bientôt un champ d'action important dans l'attribution de nouvelles capacités, et ce, afin d'éviter l'écrêtement de la production ou les inefficacités du système et de pouvoir maintenir durablement la stabilité du réseau. Les lignes directrices de l'Union européenne concernant les aides d'État à la protection de l'environnement et à l'énergie pour la période 2014-2020 ([lignes directrices de l'UE relatives aux aides d'État](#)) autorisent les États membres, en vertu du paragraphe 110, à « organiser des appels d'offres spécifiques portant sur ces technologies en se basant sur le potentiel à plus long terme d'une technologie nouvelle et innovante déterminée, sur le besoin de diversification, sur les contraintes et la stabilité du réseau et sur les coûts (d'intégration) du système ».

Dès 2012/13, les projets photovoltaïques innovants, tels que l'association de systèmes PV et de stockage, pouvaient être attribués par le biais d'appels d'offres en France métropolitaine et dans les départements et territoires d'outre-mer¹. Le 14 mars 2017, la ministre de tutelle a annoncé la première période de candidature d'un nouvel appel d'offres dédié aux solutions photovoltaïques innovantes en France métropolitaine. Au cours de cette première période, qui s'est achevée le 28 octobre 2017, une puissance installée totale de 70 MW exclusivement réservée aux systèmes PV a été mise aux enchères. Cet appel d'offres portait sur des projets innovants implantés en France métropolitaine et répartis dans cinq catégories, dont de nouveaux concepts d'intégration, des innovations système, des innovations en matière d'optimisation des installations dans le domaine du photovoltaïque et de l'agriculture (appelé agrivoltaïsme ou agri-PV). Dans le cadre du deuxième appel d'offres (date limite de dépôt des offres le 6 septembre 2019) et du troisième appel d'offres (date limite de dépôt des offres le 6 juin 2020), les projets se répartissent en deux familles uniquement : les centrales solaires au sol d'une puissance comprise entre 500 kW_c et 5 MW_c, et les installations PV sur toitures ou agrivoltaïques d'une puissance comprise entre 100 kW_c et 3 MW_c. Depuis, un nouveau cahier des charges a été publié en faveur de la reconduction des appels d'offres photovoltaïques innovants à compter de 2021.

De son côté, l'Allemagne teste actuellement trois éléments « novateurs » : un complément de rémunération fixe, une limitation du nombre des offres retenues en cas de sous-souscription et des aménagements sur le segment des projets associant plusieurs technologies (agrégation de plusieurs types d'installations). Le premier appel d'offres Innovation allemand a pris fin le 1^{er} septembre 2020 (volume appelé : 650 MW), un second étant prévu pour septembre 2021 (500 MW)². Dans son [projet](#) (en allemand) de réforme de la loi sur les énergies renouvelables (EEG 2021), le gouvernement fédéral a déjà souligné que le principe des appels d'offres Innovation serait reconduit à l'avenir. Ainsi, les volumes appelés pour ce type d'appels d'offres devraient progressivement augmenter pour passer de 500 MW en 2021 à 850 MW en 2028 (article 28c du projet de loi EEG 2021).

Les appels d'offres Innovation doivent être distingués des autres appels d'offres portant sur des centrales de production d'énergie renouvelable en France et en Allemagne, qu'ils soient réservés à une technologie (exclusivement à l'éolien terrestre, à la biomasse ou au photovoltaïque), technologiquement neutres (mise en concurrence de l'éolien terrestre et du PV sans se fonder sur des critères d'innovation) ou transfrontaliers (jusqu'à présent, un seul appel d'offres de cette nature a été organisé entre l'Allemagne et le Danemark).

Le présent mémo synthétise le cadre réglementaire (I.) et les retours d'expérience tirés des appels d'offres Innovation dans les deux pays (II.) et compare les approches choisies.

¹ Commission de régulation de l'énergie (CRE) 2020, informations relatives aux appels d'offres ([lien](#)).

² Agence fédérale allemande des réseaux (BNetzA) 2020, appels d'offres Innovation ([lien](#) en allemand).

I. Cadre réglementaire des appels d'offres Innovation en France et en Allemagne

Les [lignes directrices de l'Union européenne concernant les aides d'État](#) constituent le point de départ de la transposition nationale des appels d'offres Innovation. En France, des solutions innovantes sont déjà testées depuis 2017 dans le cadre d'appels d'offres spécifiques pour l'énergie photovoltaïque ; en Allemagne, l'Agence fédérale des réseaux (*Bundesnetzagentur*, BNetzA) organise des appels d'offres Innovation en vertu de l'article 39j de la loi EEG 2017 depuis 2020.

I.1. Cadre réglementaire en France

En application des articles [L.311-10](#) et [R.311-13 et suiv.](#) du Code de l'énergie, la ministre compétente a lancé un premier appel d'offres solaire Innovation le 14 mars 2017 en le publiant au Journal officiel de l'Union européenne. La Commission de régulation de l'énergie (CRE) organise ces appels d'offres en n'écartant pas explicitement les centrales PV associées à des systèmes de stockage. En tout, trois périodes de candidature étaient prévues en septembre 2017, 2018 et 2019 respectivement. En raison de retards, le troisième appel d'offres a été reporté à juin 2020.

Les cahiers des charges respectifs définissent l'architecture des appels d'offres et sont [publiés](#) par la CRE sur son site Internet. Dans le [cahier des charges de la première période de candidature](#) (date limite de dépôt des offres : 2 octobre 2017), le législateur distingue quatre familles de projets (la famille 1 est elle-même subdivisée en deux sous-familles) représentant un volume total de 70 MW de puissance installée.

- La sous-famille 1a (volume soumis à l'appel d'offres : 5 MW, obtention d'un tarif d'achat fixe) porte sur des innovations de conception photovoltaïque d'une puissance installée comprise entre 100 kW_c et 500 kW_c ; il s'agit en l'occurrence d'innovations de composants destinés à faciliter l'intégration de panneaux solaires dans la construction, pour la route, pour le mobilier urbain, sur plan d'eau ou pour de nouvelles applications multifonctions.
- La sous-famille 1b (20 MW, complément de rémunération) vise les autres innovations de composants qui améliorent les performances techniques, économiques ou environnementales.
- La famille 2 (10 MW, complément de rémunération) cible les innovations dites de système. L'accent est mis ici en particulier sur les innovations techniques concernant l'infrastructure du réseau électrique en courant continu qui améliorent le système dans son ensemble.
- La famille 3 (20 MW, complément de rémunération) est dédiée aux solutions permettant d'optimiser le rendement et l'exploitation électrique des centrales, notamment grâce à des outils d'amélioration des prévisions, de suivi du soleil, de maintenance et de gestion intelligente.
- En outre, 15 MW ont fait l'objet d'un appel d'offres (famille 4) portant sur le couplage d'une production agricole et d'une production d'électricité solaire en vue d'améliorer les rendements agricoles et le rendement énergétique photovoltaïque pour atteindre une synergie de fonctionnement (agrivoltaïsme, pour un complément de rémunération).

Pour tous les projets, à l'exception de ceux de la catégorie 1a, les installations PV d'une puissance comprise entre 500 kW_c et 3 MW_c étaient éligibles et ont postulé à un complément de rémunération.

Lors de la deuxième période, la CRE a actualisé son [cahier des charges](#) pour simplifier les conditions de participation, reportant le lancement de la deuxième période de candidature au 6 septembre 2019, et celui du troisième appel d'offres au 3 juin 2020. Plus précisément, les volumes appelés (140 MW respectivement pour le deuxième et le troisième appels d'offres) et les critères de participation pour le photovoltaïque ont été révisés comme suit :

- famille 1 : 60 MW pour les centrales solaires au sol innovantes d'une puissance comprise entre 500 kW_c et 5 MW_c;
- famille 2 : 80 MW pour les centrales PV en toiture et les solutions agrivoltaïques innovantes d'une puissance comprise entre 100 kW_c et 3 MW_c.

Le cahier des charges simplifié de la deuxième période fournit moins de détails sur les innovations envisageables. Pour les solutions agrivoltaïques, il est attendu que des synergies se créent entre la production d'électricité solaire et l'agriculture. Pour les autres candidats des familles 1 et 2, l'article 4.3.2.1 du cahier des charges de la deuxième période préconise en particulier les synergies avec l'environnement (par exemple en réhabilitant une installation de stockage de déchets), avec le territoire (par exemple grâce à une réflexion globale avec les acteurs locaux), avec d'autres énergies renouvelables (par exemple avec la création d'une centrale virtuelle) ou avec le réseau électrique (par exemple en établissant de nouveaux modèles d'affaires).

La programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) du gouvernement français, adoptée dans sa version finale en avril 2020, prévoit des appels d'offres PV innovants jusqu'en 2028 avec un volume de 140 MW_c par an. Les solutions innovantes agrivoltaïques y sont explicitement mentionnées³.

La [dernière version à ce jour du cahier des charges](#) de l'appel d'offres Innovation pour le solaire, datée de septembre 2020, prévoit un total de six appels d'offres annuels de 2021 à 2026, classant toujours les projets selon deux familles. Le volume par famille s'élève désormais à 140 MW_c. En outre, une règle est définie en cas de sous-souscription de l'appel d'offres. Pour les centrales en toiture et les projets agrivoltaïques, le seuil maximal jusqu'ici de 3 MW_c par projet a été relevé à 5 MW_c.

Le tableau suivant récapitule les points les plus importants de l'architecture des appels d'offres photovoltaïques innovants pour la France métropolitaine.

Modalités

Dates et volumes des appels d'offres	28 octobre 2017 : 50 MW au total, répartis en 5 familles de projets PV innovants 6 septembre 2019 / 3 juin 2020 : un total de 140 MW par période de candidature (60 MW pour les projets de centrales au sol et 80 MW pour les systèmes en toiture) 2021-2026 : 280 MW par appel d'offres, selon deux familles
Installations éligibles	<i>Première période</i> : projets PV dans cinq catégories d'innovations (nouvelles conceptions d'intégration, innovations système, optimisation du rendement et agrivoltaïque) : puissance installée comprise entre 500 kW _c et 3 MW _c , à l'exception de la catégorie 1a (100 kW _c à 500 kW _c) <i>Deuxième/troisième période</i> : centrales solaires au sol d'une puissance comprise entre 500 kW _c et 5 MW _c (famille 1), ainsi que les systèmes PV en toiture et les installations PV innovantes combinées à un usage agricole d'une puissance située entre 100 kW _c et 3 MW _c (famille 2) À partir de 2021 : relèvement du seuil pour les installations en toiture et l'agrivoltaïque à 5 MW _c

³ Ministère de la Transition écologique 2020, programmation pluriannuelle de l'énergie 2019-2023 et 2024-2028, p. 125 ([lien](#)).



Mécanisme de rémunération	<p>Application d'un complément de rémunération sur 20 ans, indexation annuelle Bonification de 3 €/MWh en cas d'investissement participatif (voir aussi les appels d'offres par technologie), en cas de non-respect des critères, malus de 3 €/MWh Couloir de prix pour les offres : 50 à 200 €/MWh (1^{ère} période), 50 à 180 €/MWh (2^{ème} période), 50 à 120 €/MWh dans la famille 1, 50 à 150 €/MWh dans la famille 2 (3^{ème} période), à partir de 2021 : le prix minimum sera égal au maximum entre 40 €/MWh et la moyenne obtenue à partir des 10 % des offres les plus basses de la catégorie concernée moins 0,5 €/MWh Le facteur de charge annuel maximal est de 1 600 heures ou de 2 200 heures (pour les centrales équipées d'un dispositif de suivi du soleil), traitement des prix négatifs : lorsque le marché <i>day-ahead</i> affiche des prix négatifs pendant plus de 15 heures, l'exploitant perçoit un complément (les règles relatives au facteur de charge et aux prix négatifs sont également appliquées dans les appels d'offres par technologie) À partir de 2021 : élimination des projets les moins bien notés en cas de sous-souscription dans une famille</p>
Innovations	<p>Différents types d'innovations en matière d'intégration et de système, ainsi que couplage du photovoltaïque et de l'agriculture dans le cadre de la première période de candidature ; à partir de la deuxième période de candidature, différents types d'innovations selon deux familles : centrales au sol, et générateurs PV en toiture et agrivoltaïques</p>
Procédure d'attribution	<p>Chaque projet participant est noté (maximum de 100 points) à 55 % sur le prix de l'offre et à 45 % sur la qualité de l'innovation. L'ADEME examine le degré d'innovation de tous les projets éligibles et leur attribue une note. Les critères d'évaluation de l'innovation sont les suivants : degré d'innovation (20 points), positionnement sur le marché (10 points), qualité technique (5 points), conformité du projet avec les exigences industrielles (5 points), aspects environnementaux et sociaux (5 points) ; pour les projets agrivoltaïques lors de la première période de candidature : 10 points pour le degré d'innovation et 10 points pour les synergies avec usage agricole. En cas de non-obtention d'un score minimum au critère degré d'innovation, le projet est écarté.</p>
Délai de réalisation	<p>Réalisation dans un délai de 24 mois à compter de la désignation des lauréats ; si ce délai est dépassé, la période de rémunération est réduite en conséquence, mais possibilité d'obtenir des dérogations à ce délai</p>
Règles spécifiques	<p>Première période de candidature : uniquement les installations sur toitures, les ombrières de parking, ainsi que les centrales sur friches reconvertie ; deuxième période : s'y ajoutent explicitement les centrales au sol, les terres agricoles réservées à l'agrivoltaïque</p>

Tableau 1 : Cadre réglementaire des appels d'offres Innovation en France

Source : [CRE 2020](#), mise en forme : OFATE

I.2. Cadre réglementaire en Allemagne

Après la publication, en juillet 2019, d'un projet d'ordonnance portant sur la mise en œuvre d'appels d'offres Innovation pour les EnR par le ministère fédéral allemand de l'Économie et de l'Énergie (BMWi), le gouvernement fédéral a adopté l'ordonnance sur les appels d'offres Innovation (InnAusV) en octobre 2019. Avec les dispositions de la loi EEG 2017 (notamment les articles 28 à 35a et l'article 39j), cette ordonnance constitue la pierre angulaire de ce type d'appels d'offres organisés par l'Agence fédérale allemande des réseaux (*Bundesnetzagentur*, BNetzA). Bien que la mesure ait été facultative en 2020, à partir de 2021, seules les installations combinées, c'est-à-dire interconnectant directement plusieurs unités de production d'énergie renouvelable de différentes technologies ou constituées de centrales de production d'énergie renouvelable munies d'un système de stockage d'électricité, pourront concourir aux appels d'offres Innovation. En vertu de l'article 3 de l'ordonnance InnAusV en liaison avec l'article 29.1 de la loi EEG 2017, la BNetzA a annoncé la première période de candidature [sur son site Internet](#) (en allemand) le 1^{er} septembre 2020. Dans le cadre de cette procédure d'appel d'offres, la priorité est accordée aux systèmes combinés qui

bénéficient également d'un complément de rémunération élevé et fixe, contrairement à celui octroyé dans le cadre des appels d'offres spécifiques par technologie⁴.

Le tableau suivant récapitule les principaux points de l'architecture des appels d'offres énergies renouvelables et systèmes de stockage innovants pour 2020 et 2021.

Modalités	
Volumes et périodes de candidature	1 ^{er} septembre 2020 : 650 MW (250 MW en 2019 + 400 MW en 2020, limite supérieure dans la zone de développement du réseau : 142,11 MW), 1 ^{er} septembre 2021 : 500 MW (conformément à l'article 28.6 de la loi EEG 2017)
Installations éligibles	Période du 1 ^{er} septembre 2020 : éoliennes terrestres à partir d'une puissance de 751 kW, centrales biomasse à partir d'une puissance de 150 kW, centrales biomasse existantes, installations solaires à partir d'une puissance de 751 kW, ainsi que les systèmes combinés (constitués de plusieurs unités de production utilisant différentes sources d'énergie renouvelable ou des installations de production d'énergie renouvelable adossées à des solutions de stockage, en l'occurrence au moins une éolienne terrestre ou un générateur photovoltaïque) Période du 1 ^{er} septembre 2021 : uniquement les installations combinées
Mécanisme de rémunération	Application d'un complément de rémunération fixe sur 20 ans, arrêt des versements en cas de prix de l'électricité négatifs en bourse, tarifs maximaux : 75 €/MWh pour les systèmes combinés, 30 €/MWh pour les centrales individuelles
Innovations	Test de l'application d'un complément de rémunération fixe, limitation du nombre des offres retenues en cas de faible concurrence (si le nombre d'offres est faible, seuls 80 % d'entre elles sont retenues) et participation des systèmes combinés au lissage de la production électrique des installations de production d'énergie renouvelable variable
Procédure d'attribution	Procédure d'attribution ordinaire conformément à l'article 32, § 2 et 3 de la loi EEG 2017 ; si le volume des offres déposées est inférieur à celui attendu, l'attribution se limite à 80 % des offres présentées Cas particulier de la période de candidature du 1 ^{er} septembre 2020 : l'Agence fédérale des réseaux distingue les offres de systèmes combinés et désigne les lauréats jusqu'à obtenir le volume maximal de 200 MW ; les autres offres sont examinées par la suite
Garanties	Éoliennes terrestres : 30 €/kW, centrales solaires : lors de la remise de l'offre 5 €/kW, lors de l'attribution : augmentation à 50 €/kW, biomasse et systèmes combinés : 60 €/kW
Délai de réalisation	Pour les systèmes combinés, le délai de réalisation standard est de 30 mois (au cours de cette période, au moins deux installations doivent être mises en service), les délais de réalisation des autres projets sont fonction des dispositions de la loi EEG (par exemple, pour l'éolien terrestre : 30 mois)
Règles spécifiques	Quotas pour les offres concernant l'implantation de centrales PV sur des terrains agricoles ou des pâturages dans différents Länder, sont encore à attribuer (pour l'appel d'offres du 1 ^{er} septembre 2020) : Bade-Wurtemberg (99 MW), Bavière (138 lauréats), Hesse (35 MW), Rhénanie-Palatinat (20 MW), Sarre (9,4 MW) La conception technique des systèmes combinés doit permettre de fournir une réserve secondaire positive pour au moins 25 % de la puissance installée (article 13 de l'ordonnance InnAusV)

Tableau 2 : Cadre réglementaire des appels d'offres Innovation en Allemagne

Source : [EEG 2017](#), [InnAusV](#) et [BNetzA 2020](#) (en allemand), mise en forme : OFATE

⁴ Becker Büttner Held 2019, appel d'offres Énergies renouvelables innovantes ([lien](#) en allemand).



II. Récents retours d'expérience en France et en Allemagne

Dès 2017, la France a expérimenté le format de l'appel d'offres Innovation pour l'énergie photovoltaïque, mais en a réaménagé l'architecture à l'occasion de la deuxième période de candidature. En Allemagne, l'introduction de ce dispositif a été retardée, toutefois celui-ci doit être renouvelé à l'avenir. Les sections suivantes détaillent les retours d'expérience obtenus avec ce type d'appel d'offres dans les deux pays.

II.1. Retours d'expérience en France

Les projets lauréats de la première période de l'appel d'offres ont été dévoilés le 7 février 2018 (voir la [liste des projets](#)). Au total, 50 projets ont été retenus, avec un prix moyen de 80,7 €/MWh tous types d'innovation confondus et une puissance installée de 73,2 MW_c⁵. 36 de ces 50 projets (soit environ 72 %) ont demandé la prime à l'investissement participatif (3 €/MWh). Si tous les projets devaient bénéficier de cette prime, le prix moyen, toutes catégories confondues, s'élèverait à 83,2 €/MWh. Le régulateur a estimé le coût total des 50 projets sur leur durée de vie de 20 ans à quelque 79 millions d'euros⁶.

En tout, la CRE a évalué 164 projets répartis dans les différentes familles, dont le prix moyen s'établissait à 94,5 €/MWh⁷. Avec 61 projets représentant une puissance de 112,2 MW_c, la catégorie 3 (optimisation des performances des centrales) a de loin reçu le plus d'offres. La note moyenne d'innovation attribuée par l'ADEME (sur un maximum de 45 points) varie de 28,1 points dans la famille 3 à 33,7 points dans les sous-familles 1a/b. Si le prix avait été le seul critère utilisé, le prix moyen aurait été légèrement inférieur.

La répartition régionale dresse un portrait typique du photovoltaïque en France : quatre régions méridionales concentrent 80 % de la puissance installée des projets. Avec 37 % de la puissance installée totale des projets sélectionnés, la région Occitanie est la plus fortement représentée. 78 % des projets lauréats utilisent des panneaux monocristallins, neuf projets des panneaux polycristallins et deux projets des panneaux à couche mince.

Les innovations les plus importantes présentées par les projets retenus lors de la première période sont :

- Les systèmes photovoltaïques flottants, les panneaux bifaciaux,
- Les unités de pilotage intelligentes pour l'optimisation de la vente de la production électrique et de la consommation,
- Les outils de prédiction de la production d'électricité,
- Les serres solaires conçues pour optimiser la diffusion de la lumière.

C'est précisément l'optimisation de l'affectation des sols, par exemple grâce au photovoltaïque flottant, qui a été soulignée par le ministre d'État de l'époque lors du colloque du syndicat professionnel des énergies renouvelables SER en février 2018⁸. Ces solutions innovantes sont importantes pour davantage amplifier le développement des énergies renouvelables en France.

Les résultats de la deuxième période de candidature ont été annoncés le 1^{er} avril 2020 ([liste des projets](#)). Au final, les 39 projets sélectionnés bénéficient d'un prix moyen de 82,8 €/MWh⁹. Le volume attribué représente 104 MW_c, dont

⁵ MTE 2020, informations sur l'énergie solaire ([lien](#)).

⁶ CRE 2018, rapport de synthèse sur la 1^{ère} période de candidature, p. 4 ([lien](#)).

⁷ CRE 2018, rapport de synthèse sur la 1^{ère} période de candidature ([lien](#)).

⁸ MTE 2018, communiqué de presse sur les résultats des appels d'offres photovoltaïques ([lien](#)).

⁹ MTE 2020, informations sur l'énergie solaire ([lien](#)).

plus de 40 MW_c de projets agrivoltaïques¹⁰. Dans la famille 1 (centrales au sol), la puissance moyenne unitaire s'est établie à 3,4 MW_c, tandis que dans la famille 2, elle était nettement inférieure, à 2,1 MW_c.

Lors de la deuxième période de l'appel d'offres, 108 projets cumulant une puissance de 286,2 MW avaient soumis ; la famille 2 s'est toutefois soldée par une légère sous-souscription. En outre, divers projets ont été écartés en raison du faible niveau d'innovation ; sur les 74 MW de puissance proposés (le volume appelé pour la famille 2 s'élevait à 80 MW), seuls 43,6 MW ont été attribués. La note moyenne d'innovation dans la famille 1 s'est élevée à 33,9 points (sur un maximum de 45 points), tandis que celle de la famille 2 s'est établie à 36,1 points. Selon les calculs de la CRE, les projets lauréats devraient représenter un coût total sur les 20 ans de leur durée de soutien allant de 99,9 à 156,1 millions d'euros, selon le scénario d'évolution du prix de l'électricité considéré.

Au cours de la deuxième période, 83 % des projets retenus sont implantés dans la moitié sud de la France, la région Occitanie étant de nouveau en tête avec 45 % des projets lauréats. Par rapport à la première période, la part des panneaux polycristallins a été nettement plus élevée (23 projets sur les 39 projets sélectionnés). Les panneaux de 23 des projets lauréats sont fabriqués en Chine, suivi de la France avec un total de neuf projets. D'après Finergreen, trois développeurs de projets – Sun'R, Engie et Urbasolar – ont remporté près de 70 % de la puissance attribuée à l'appel d'offres¹¹.

Dans sa [délibération n°2020-015](#) relative à la deuxième période des appels d'offres Innovation, la CRE critique l'organisation du système de ce dispositif. Selon elle, une approche au cas par cas, comme pour les projets dans les départements et territoires d'outre-mer ou pour les appels à projets de l'ADEME, serait nettement plus appropriée. Le système actuel n'est pas efficace (rentable), en particulier pour les innovations dont la maturité est encore lointaine. Si le système actuel est maintenu en l'état, la CRE propose diverses pistes d'amélioration : aménagement des critères de participation, baisse du prix maximal et réduction du volume soumis à appel d'offres à 80 % en cas de sous-souscription (à l'instar du test effectué en Allemagne), et fourniture des plans d'affaires. En outre, la CRE souligne que certains projets concourent non seulement aux appels d'offres Innovation mais aussi aux appels d'offres solaires classiques, ce qui empêche d'établir une distinction nette entre les deux types d'appels d'offres¹².

Les résultats de la troisième période de l'appel d'offres ne sont pas encore disponibles. La PPE II, qui fixe les objectifs à atteindre jusqu'en 2028, prévoit de renouveler des appels d'offres photovoltaïques Innovation¹³. Dans le nouveau cahier des charges de l'appel d'offres, les conditions de participation, telles qu'elles ont été indiquées à la section I.1, ont été reprises quasiment à l'identique, avec une légère augmentation du volume des appels d'offres.

II.2. Premier appel d'offres Innovation en Allemagne

Le 30 septembre 2020, l'Agence fédérale allemande des réseaux (*Bundesnetzagentur*, BNetzA) a publié la liste des lauréats et les résultats de l'appel d'offres du 1^{er} septembre 2020 ([communiqué de presse](#) en allemand). Sur un total de 133 offres soumises représentant une puissance de 1 095 MW, 73 offres ont été acceptées, soit une puissance de 677 MW. Outre un système associant éolien et unité de stockage dans le Brandebourg, 27 installations combinant photovoltaïque - installation de stockage (puissance cumulée de 394 MW) et 45 projets photovoltaïques ont été retenus. Les compléments de rémunération fixes pour les systèmes combinés oscillaient entre 19,4 et 55,2 €/MWh, soit un tarif de référence moyen de 45,0 €/MWh dans ce segment. Pour les centrales solaires individuelles, les tarifs de référence se situaient entre 9,6 et 30 €/MWh, soit un prix moyen pondéré en fonction du volume de 26,5 €/MWh pour le segment des centrales individuelles. Dans le cadre de cet appel d'offres, le complément de rémunération est fixe et

¹⁰ CRE 2020, rapport de synthèse sur la 2^{ème} période de candidature ([lien](#)).

¹¹ L'Écho du solaire 2020, AO solaire innovant tranche 2 – Lauréats ([lien](#)).

¹² CRE, délibération n°2020-015, p. 5 ([lien](#)).

¹³ MTE 2020, Programmation pluriannuelle de l'énergie 2019-2023, 2024-2028 (PPE II), p. 125 ([lien](#)).

ajouté aux revenus du marché, ce qui rend difficile une comparaison directe avec les appels d'offres spécifiques à une technologie où le complément de rémunération est variable.

Le complément de rémunération fixe est défini dès le départ pour toute la période de soutien. La figure suivante illustre la différence entre le complément de rémunération variable et le complément de rémunération fixe. Dans l'exemple choisi, le tarif de référence de la centrale est de 55 €/MWh, le prix de référence du marché pour le mois considéré s'élève à 35 €/MWh. Pour le mois en question, son complément de rémunération variable est donc égal à 20 €/MWh. En supposant que le complément de rémunération fixe calculé au début de la période de soutien soit de 20 €/MWh, l'aide financière accordée à ces deux centrales serait identique. Dans un deuxième exemple, le tarif de référence du marché pour le mois considéré s'établit à 20 €/MWh. Un tarif de référence de 55 €/MWh ayant été fixé, le complément de rémunération est maintenant égal à 35 €/MWh lorsque le complément de rémunération variable est appliqué, alors que pour la centrale bénéficiant d'un complément de rémunération fixe, celui-ci reste égal à 20 €/MWh, et la rémunération totale ressort à 40 €/MWh. On constate donc que le régime du complément de rémunération fixe donne une plus grande visibilité à l'organisme finançant le soutien au début de la période de soutien sur l'ensemble du niveau de soutien, mais augmente le risque pesant sur la rémunération des exploitants.

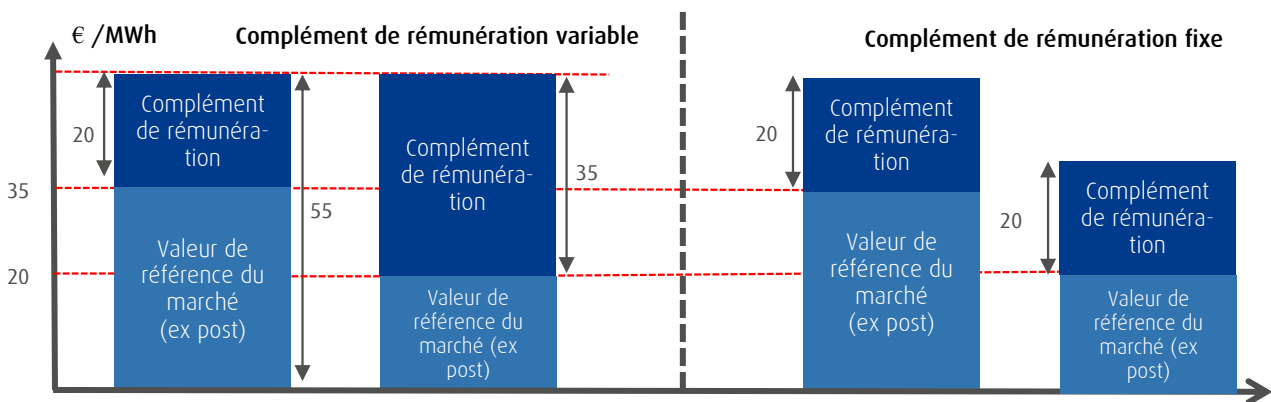


Figure 1 : Exemple de comparaison entre le complément de rémunération variable et le complément de rémunération fixe ; mise en forme : OFATE

Les premiers commentaires des représentants de la filière à propos des appels d'offres Innovation se sont révélés positifs et soulignent que le nouveau format devrait permettre de promouvoir de nouvelles technologies et de nouveaux concepts puisque aucun dispositif de soutien n'existait pour les projets combinés jusqu'ici. Un élargissement à d'autres solutions techniques, comme l'agrivoltaïque ou le solaire flottant, pourrait permettre à d'autres nouveaux concepts de se confronter au marché, comme cela a déjà été le cas dans le cadre des appels d'offres Innovation en France¹⁴.

Selon le [projet](#) (en allemand) de révision de la loi allemande sur les énergies renouvelables (EEG 2021), les appels d'offres Innovation devraient être reconduits à l'avenir avec des volumes plus conséquents. Le projet actuel prévoit de relever progressivement les volumes annuels soumis à appel d'offres pour les faire passer de 500 MW en 2021 à 850 MW en 2028 (article 28c du projet de loi EEG 2021).

¹⁴ PV Magazine 2020, *PV mit und ohne Speicher dominiert Innovationsausschreibung* (le photovoltaïque avec et sans stockage, grand vainqueur de l'appel d'offres Innovation), article du 30 septembre 2020 ([lien](#) en allemand).



II.3. Comparaison des approches française et allemande

Le type d'innovation visée constitue probablement la principale différence entre les appels d'offres des deux pays. En France, notamment lors de la première période d'appel d'offres, des innovations techniques concrètes ont été recherchées dans cinq catégories au total. En Allemagne, l'architecture des appels d'offres Innovation prévoit de tester de nouveaux systèmes de rémunération qui pourraient vraisemblablement aussi être étendus à l'avenir aux appels d'offres classiques dédié à une technologie. En outre, l'instrument des systèmes combinés permettra de tester une meilleure intégration système des centrales de production.

La France met donc moins l'accent sur les mécanismes de compensation que sur l'innovation technique et l'optimisation de l'affectation des sols (grâce au photovoltaïque flottant et à l'agrivoltaïque). Les questions d'intégration au réseau que l'Allemagne entend résoudre, par exemple, en associant différentes technologies renouvelables ont jusqu'à présent joué un rôle secondaire en France, un phénomène qui s'explique peut-être aussi par la part plus faible de la production renouvelable. Les appels d'offres français permettent ainsi aux développeurs de projets d'introduire des innovations techniques sur le marché. Certains développeurs collaborent déjà depuis des années avec des fabricants de panneaux solaires français dont la production présente un bilan environnemental positif et un rendement élevé. Vu sous cet angle, ce type d'appel d'offres pourrait être considéré comme une opportunité de renforcer la filière solaire française industrielle.

En Allemagne, de nouveaux systèmes de rémunération doivent être testés en plus de l'intégration système et de l'intégration au réseau. Le projet de loi EEG 2021 illustre également une tendance fondamentale à la poursuite de l'intégration des énergies renouvelables au marché. Il n'est donc pas surprenant que des systèmes de rémunération tels que le complément de rémunération fixe soient utilisés jusqu'à ce que leur pleine intégration au marché soit réalisée.

Il convient également de noter que les modalités actuelles des appels d'offres Innovation français ciblent exclusivement le photovoltaïque en écartant les systèmes de stockage. Des appels d'offres spécifiques et des projets de recherche dans ce domaine sont en cours dans les départements et territoires français d'outre-mer. En Allemagne, diverses technologies de production (éolien, photovoltaïque, biomasse) peuvent concourir, notamment sous forme de systèmes combinés et en association avec des systèmes de stockage, et contribuer à une meilleure intégration des projets au marché et au réseau. Concernant les volumes soumis à appels d'offres, le dispositif des appels d'offres Innovation se révèle aussi plus ambitieux même s'il a été plus tardif à se concrétiser.