

Pour la CPV SUN 40



LUXEL

966 avenue Raymond Dugrand

CS 66014

34 060 Montpellier

Tel : 04 67 64 99 60

contact@luxel.fr

Réponse à l'avis de l'autorité environnementale Projet de parc photovoltaïque

Commune de Vouillers

Lieu-dit « Le Parc »



Indice	Date	Modifications	Rédacteur	Approbateur
A	26/04/2023	Version initiale	J. Hartmann Ingénieure environnement	Geoffrey Lemenu Directeur projets



1. SOMMAIRE

1. Sommaire	3
2. Préambule	4
3. Réponses	5
3.1 Équivalent en consommation des ménages de la production annuelle de la centrale	5
3.2 Bilan carbone	6
3.2.1 Méthode utilisée	6
3.2.1.1 Origines et étapes de la méthode	6
3.2.1.2 Périmètre de l'ACV	6
3.2.2 Evaluation environnementale du projet	7
3.2.2.1 Caractéristiques du projet.....	7
3.2.2.2 Evaluation des impacts liés au projet.....	7
3.2.2.3 Evaluation du productible	9
3.2.2.4 Impacts environnementaux rapportés à l'unité fonctionnelle	9
3.2.3 Evaluation des émissions de carbone évitées	9
3.2.3.1 Scénarios étudiés.....	10
3.2.3.2 Choix du scénario : mix énergétique européen	10
3.2.3.3 Calcul des émissions évitées.....	12
3.2.4 Evaluation du temps de retour carbone du projet	12
3.2.4.1 Analyse du taux de retour énergétique	12
3.2.4.2 Analyse du temps de retour du projet	13
3.2.4.3 Comparaison des émissions en fonction des modes de production	15
3.2.5 Conclusions	15
3.2.5.1 Temps de retour énergétique.....	15
3.2.5.2 Pistes d'améliorations.....	15
3.3 Un projet participant à des objectifs ambitieux pour le développement des énergies renouvelables dans le cadre d'une politique environnementale	16
3.3.1 Objectifs nationaux	16
3.3.1.1 Rappel des objectifs nationaux.....	16
3.3.1.2 Un constat : le retard de la France dans ses objectifs en matière d'énergies renouvelables	17
3.3.1.3 Des avancées législatives pour accélérer le développement des énergies renouvelables	18
3.3.2 Objectifs régionaux	19
3.3.3 Les installations en toiture ou ombrière : nécessaires mais insuffisantes pour l'atteinte des objectifs énergétiques. Nécessité du photovoltaïque au sol tel que le projet de Vouillers.	21
3.4 Un projet permettant la réduction de l'utilisation d'énergies fossiles	23
3.4.1 Panorama de l'électricité depuis les années 2010 et substitution des énergies par le photovoltaïque	23
3.4.1.1 La situation avant 2019.....	23
3.4.1.2 La situation après 2019, et la situation future.....	23
3.4.2 A l'échelle d'une année	27
3.4.2.1 Exemples de centrales Luxel.....	27
3.4.2.2 A l'échelle nationale.....	28
3.4.3 A l'échelle de la journée	29
3.5 Un projet aux nombreux impacts positifs sur l'environnement	30
3.5.1 Réduction des émissions de gaz à effet de serre	30
3.5.2 Impact paysager limité	30
3.5.3 Artificialisation des sols limitée	30
3.5.4 Absence de radiations ionisantes	30
3.5.5 Absence de terres rares	30
3.5.6 Recyclage	30
3.5.7 Synergie avec l'agriculture	31
3.6 Retours d'expériences avifaune	32
3.6.1 Toul-Rosières (54)	32
3.6.1.1 Reproduction.....	32
3.6.1.2 Migration	35
3.6.1.3 Hivernants	35
3.6.2 Ille-sur-Têt (66)	36
3.6.3 Hauterive (03)	37
3.6.4 Thézan-des-Corbières (11)	40
3.6.5 Valensole (04)	42
3.6.6 Blauvac (84)	43
3.6.7 Gabardan (40)	43

2. **PREAMBULE**

La société SARL CPV SUN 40, détenue à 100% par la société LUXEL appartenant au groupe EDF Renouvelables, développe un projet de parc photovoltaïque sur la commune de Vouillers (51) au lieu-dit « Le Parc ». Une demande de permis de construire a été faite auprès de la commune :

- dossier PC 0516542200002 déposé le 06 décembre 2022 en mairie de Vouillers.

La Mission régionale d'autorité environnementale (MRAe) de la région Grand Est a émis un avis en date du 6 avril 2023 (n° saisine : 2023APGE30). L'objectif du présent document est d'apporter des éléments de réponse aux remarques formulées dans cet avis.

De manière synthétique, l'autorité environnementale recommande :

- expliciter le calcul d'émission de GES et de l'équivalent en consommation des ménages de la production annuelle de la centrale et le régionaliser ;
- compléter son dossier par une meilleure analyse et présentation des impacts positifs de son projet sur l'environnement.

3. REPONSES

L'Ae recommande à l'exploitant de compléter son dossier avec :

- **un calcul justifié de l'équivalent en consommation des ménages de la production annuelle de la centrale en le régionalisant ;**
- **un bilan des émissions de GES qui s'appuie sur une analyse du cycle de vie de ses composants (les calculs devront s'intéresser aux émissions en amont et en aval de l'exploitation du parc). Ainsi, les émissions résultantes de la fabrication des panneaux photovoltaïques et supports (notamment l'extraction des matières premières nécessaires, de l'acquisition et du traitement des ressources), de leur transport et de leur construction sur site, de l'exploitation des centrales et de leur démantèlement final sont également à considérer ;**
- **l'estimation du temps de retour de l'installation au regard de l'émission des gaz à effet de serre ;**
- **une meilleure analyse et présentation des impacts positifs de son projet sur l'environnement.**

3.1 Équivalent en consommation des ménages de la production annuelle de la centrale

Deux types d'indicateurs permettent d'évaluer la consommation énergétique d'un territoire. La consommation d'énergie peut être mesurée à la source, on parle d'énergie primaire, ou à l'issue du processus de transformation et de distribution de l'énergie, on parle alors d'énergie finale. L'énergie finale fait référence à l'énergie disponible pour les utilisateurs finaux, c'est-à-dire pour les ménages ainsi que pour les entreprises. Il est à noter que les entreprises liées à la branche énergie sont exclues de cette typologie d'utilisateurs finaux car elles sont considérées comme consommatrices d'énergie primaire. Les consommations finales de ce diagnostic excluent ainsi les consommations d'énergie utilisées comme matière première dans l'industrie (notamment le gaz naturel dans l'industrie chimique).

La consommation d'énergie finale permet de rendre davantage compte de l'activité d'une région et est surtout celle sur laquelle sont définis des objectifs dans le cadre des politiques nationales de réduction de la consommation d'énergie. Le bilan énergétique suivant ne tiendra ainsi compte que de la consommation finale d'énergie qui sera par ailleurs exprimée en GWh.¹

D'après les données fournies par Atmo Grand Est² et l'INSEE³, en 2019, le secteur résidentiel du département de la Marne a une consommation finale réelle de 20 987,62 GWh pour une population de 566 855 habitants. La consommation énergétique finale est donc de 2,45 MWh/habitant.

La production annuelle de la centrale attendue étant de 6 967 MWh/an, elle permettra de couvrir annuellement les besoins énergétiques de 2845 habitants.

¹ Région Grand Est, SRADDET, Annexe n°4 Diagnostic thématique – Climat air énergie, 2018

² <https://observatoire.atmo-grandest.eu/tableau-de-bord-des-territoires/>

³ <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2011101?geo=DEP-51>

3.2 Bilan carbone

Une évaluation environnementale du projet photovoltaïque de Vouillers a été réalisée suivant la méthode détaillée dans le « Référentiel d'évaluation des impacts environnementaux des systèmes photovoltaïques par la méthode d'analyse du cycle de vie » réalisé par Cycleco, ARMINES/MINES ParisTech et Transénergie à l'initiative de l'ADEME.

Cette évaluation est issue d'une estimation réalisée à partir des éléments disponibles en phase de développement, c'est-à-dire en amont sur le projet, avant la sélection des équipements définitifs.

EDF Renouvelables et ses filiales sont soumis à des règles particulières de mise en concurrence que n'ont pas les autres opérateurs privés. Il n'est donc pas possible de mettre en avant des équipements présentant un bilan environnemental plus favorable et plus représentatif de nos projets (processus de qualification et de sélection des prestataires reposant notamment sur des clauses et des engagements environnementaux et sociétaux contrôlés conformément à la Politique Environnementale et Sociétale d'EDF Renouvelables).

Les valeurs retenues pour l'évaluation sont donc volontairement conservatrices et défavorables (valeurs par défaut du référentiel datant de 2012 privilégiées) ce qui pénalise objectivement les résultats de l'ACV du projet de Vouillers.

3.2.1 Méthode utilisée

3.2.1.1 *Origines et étapes de la méthode*

Conformément au « Référentiel d'évaluation des impacts environnementaux des systèmes photovoltaïques par la méthode d'analyse du cycle de vie » (ACV), la réalisation de l'évaluation environnementale repose sur trois étapes et deux types de résultats :

- les impacts environnementaux rapportés au productible évalué sur le site pressenti de l'installation
- les impacts environnementaux dits de référence car rapportés au productible d'un site de référence représentatif d'une situation moyenne en France métropolitaine.



Chaque étape est reprise et détaillée avec les hypothèses disponibles sur le projet lors de phase de réalisation de la présente évaluation. Dans le respect de la méthodologie, les valeurs conservatrices de la méthode ont été substituées par les valeurs propres aux équipements retenus sur le projet dans la mesure du possible afin de mieux correspondre à la réalité environnementale des composants du système PV du projet. Ces substitutions sont détaillées dans le rapport.

3.2.1.2 *Périmètre de l'ACV*

Les différentes étapes du cycle de vie du système PV sont incluses dans les frontières du système, à savoir :

- ✓ fabrication des composants du système PV,
- ✓ installation du système PV,
- ✓ utilisation et maintenance,
- ✓ désinstallation,
- ✓ traitement en fin de vie (recyclage, incinération et/ou enfouissement des matériaux composant le système PV).

L'infrastructure pour la fabrication des composants du système PV est incluse dans la frontière du système dans l'étape de fabrication. Les transports inclus dans ces étapes du cycle de vie sont également pris en compte.

A contrario, la méthode retenue ne prend pas en compte certaines parties du cycle de vie, à savoir :

- les déplacements des employés (sauf pour la maintenance des installations),
- les activités d'administration, de vente, de distribution et de recherche et développement (R&D),
- les flux de matière et d'énergie engendrés par la ventilation, l'éclairage, les dispositifs de surveillance,
- les mesures de compensation carbone engagées par l'entreprise.

3.2.2 Evaluation environnementale du projet

3.2.2.1 *Caractéristiques du projet*

Caractéristique du projet	Données
Durée de vie de l'installation (année)	30
Type de site	Friche industrielle
Puissance nominale de la centrale (MW)	5,38
Puissance crête de la centrale (kWc)	6 260
Productible annuel (en kWh)	6 967 024
Caractéristiques des modules	
Type de module	Mono Cristallin bifacial
Modèle	Jinko tiger Neo N-type 72HL4-BDV (560W)
Type de technologie	Silicium mono-cristallin
Puissance crête (Wc)	560
Taux de dégradation du module certifié ?	OUI
Taux de dégradation certifié du module par an (%)	0,40%
Durée certifiée du taux de dégradation du module (années)	30 ans
Evaluation Carbone Simplifiée (kg éq CO2 / kWh)	585,936
Caractéristiques physiques	
Surface au sol occupée par la centrale (ha)	2,79
Surface de modules (m²)	28876
Longueur de clôture (m)	1329
Longueur de route bitumée créée (km)	0
Longueur de piste "légère" 5cm créée (km)	0,841
Longueur de piste "lourde classique" 30cm créée (km)	0,266
Type de shed	fixe
Autres caractéristiques	
Puissance totale onduleur (kVA)	5 375
Puissance totale transformateur (kVA)	5 400

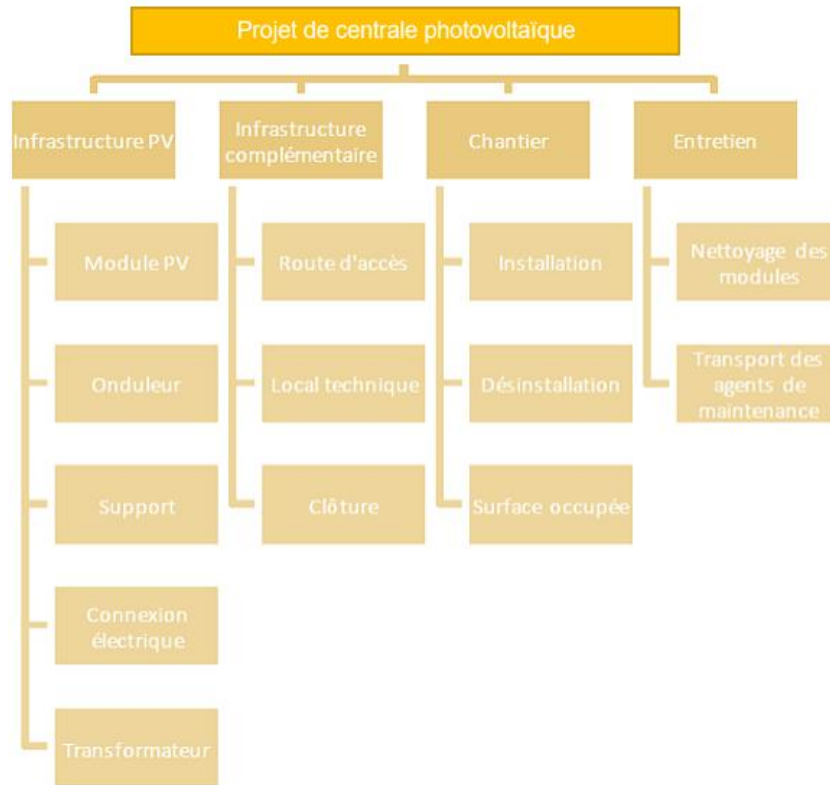
3.2.2.2 *Evaluation des impacts liés au projet*

- Facteurs d'impacts du projet

Cette première étape consiste à la **génération des facteurs d'impacts du projet**. Ces facteurs d'impact sont détaillés pour toutes les catégories d'impact obligatoires et sont calculés selon la procédure détaillée dans le référentiel. Ils permettent d'estimer les impacts environnementaux du système photovoltaïque.

Conformément à la méthode, les informations précises sur les quantités de référence du projet ont été substituées sur le projet aux quantités de référence conservatrices lorsque cela était possible.

Le détail de chaque catégorie pour la prise en compte des impacts du projet est présenté ci-dessous :



• Résultats des impacts du projet

La règle de calcul correspond à la somme des évaluations des impacts :

$$\text{Impact}_{\text{Projet}} = \text{Impact}_{\text{Infrastructure}} + \text{Impact}_{\text{Infrastructures complémentaires}} + \text{Impact}_{\text{Chantier}} + \text{Impact}_{\text{Entretien}}$$

$$= 4\,980 \text{ tonnes CO}_2 \text{ éq.}$$

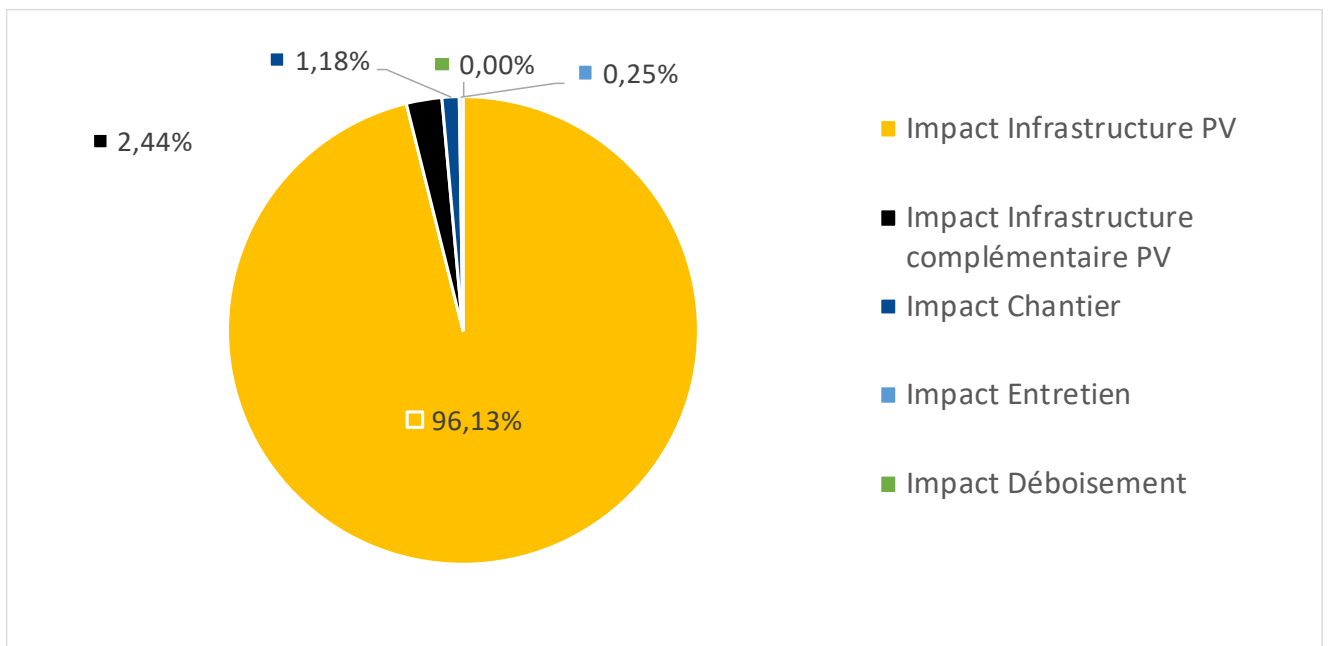


Figure 1 : Impact du projet par catégorie

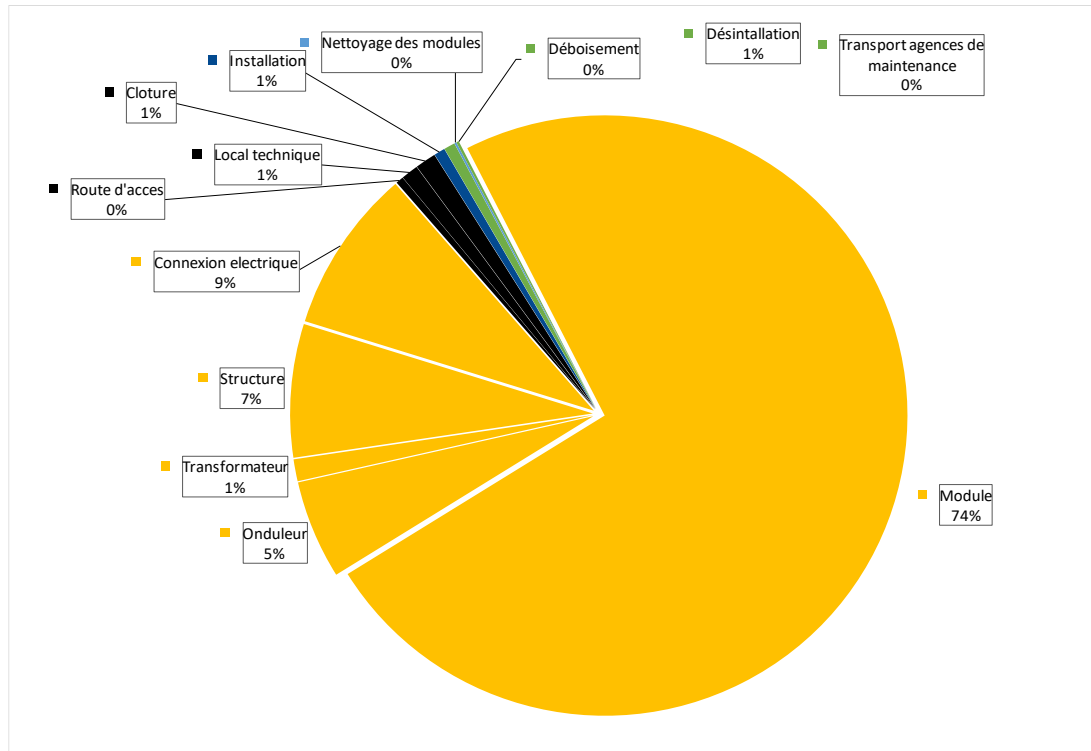


Figure 2 : Impact du projet détaillé

3.2.2.3 Evaluation du productible

Cette deuxième étape consiste en l'**évaluation du productible**. L'énergie produite par le parc solaire dépend de la puissance crête installée [Wc] qui diminue avec le temps, en raison des changements de performance pendant la durée de vie. Le calcul sur le cycle de vie intègre la dégradation du module.

Productible sur le cycle de vie = 197,33 GWh

3.2.2.4 Impacts environnementaux rapportés à l'unité fonctionnelle

Cette troisième et dernière étape est l'analyse qui permet l'évaluation des **impacts environnementaux du projet rapportés à l'unité fonctionnelle** (le kWh) dans notre cas afin de pouvoir comparer les systèmes entre eux. L'analyse utilise les deux précédents résultats (évaluation des impacts du projet et évaluation du productible) pour évaluer les impacts environnementaux du système PV rapportés à l'unité fonctionnelle du Référentiel PV.

Impact_{Projet/UF} = 25,24 g CO₂ éq/kWh

3.2.3 Evaluation des émissions de carbone évitées

Les émissions évitées reposent sur une comparaison entre les émissions liées au mix énergétique d'un réseau et les émissions liées aux nouvelles productions venant s'ajouter au réseau.

Les valeurs de ce mix énergétique sont très différentes d'un pays à un autre en fonction des modes de production de l'électricité (énergies renouvelables, nucléaire, gaz, fioul, charbon, etc.). Les énergies renouvelables ont aussi la particularité de se substituer à une production d'origine fossile (fioul, charbon, gaz).

Dans les faits, ce développement des énergies renouvelables a permis la fermeture des dernières centrales au fioul en 2018 en France. A cette date, les 4 dernières centrales à charbon de France fournissaient encore 1,18 % de la consommation nationale d'électricité, mais aux prix d'environ 10 millions de tonnes de CO₂, soit près de 30 % des émissions de gaz à effet de serre du secteur électrique. A ce jour, il ne reste qu'une centrale à charbon en fonctionnement en France, suite à la fermeture de celle de Saint-Avold en mars 2022. Sa fermeture définitive est prévue pour 2026 grâce au développement des énergies renouvelables et notamment les projets photovoltaïques et éoliens qui viennent s'y substituer.

3.2.3.1 Scénarios étudiés

Pour le calcul des émissions évitées, deux scénarios ont été étudiés :

- **Scénario 1** : valeur de CO₂ du réseau de **55 g éqCO₂/kWh⁴** correspondant aux valeurs du **mix énergétique français**.
- **Scénario 2** : valeur de CO₂ du réseau de **317⁵ g éqCO₂/kWh** correspondant aux valeurs du **mix énergétique européen**.

Pour mémoire, le facteur d'émission pour le charbon est de 1 040 g CO₂/kWh, celui du fioul de 840 g CO₂/kWh et celui du gaz de 490 g CO₂/kWh (pour les centrales les plus performantes)⁶, des ordres de grandeur sans commune mesure avec les énergies renouvelables (25,24 g CO₂ éq / kWh dans le cas du projet avec des valeurs conservatrices).

3.2.3.2 Choix du scénario : mix énergétique européen

Luxel a porté son choix final du scénario pour le bilan carbone sur le mix énergétique européen pour les raisons suivantes :

- Le fonctionnement du système électrique se fait de manière interconnectée à l'échelle européenne et non nationale^{7 8}.
- Le développement des énergies renouvelables issues de l'éolien et du photovoltaïque ne s'est pas réalisé en substitution de la production d'énergie nucléaire. La réduction de la production annuelle du nucléaire en France depuis les années 2000 est liée aux performances du parc nucléaire et à son vieillissement, non au remplacement de cette énergie par les énergies renouvelables.

⁴ Source : Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires : <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/chiffres-cles-du-climat-france-europe-et-monde-edition-2021-0>, données de 2018 issues de l'Agence Internationale de l'Energie.

⁵ Source : Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires : <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/chiffres-cles-du-climat-france-europe-et-monde-edition-2021-0>, données de 2018 issues de l'Agence Internationale de l'Energie.

⁶ Source : RTE, Futurs Energétiques 2050, Chapitre 12 Analyse Environnementale, 2021

⁷ RTE, Futurs Energétiques 2050, Chapitre 6 L'Europe, 2021

⁸ RTE, Note : Précisions sur les bilans CO₂ établis dans le bilan prévisionnel et les études associées, 2020

- Les énergies éoliennes et solaires se déploient en addition au potentiel de production nucléaire et hydraulique.
- La production solaire d'énergie se traduit par une réduction des moyens de production thermique (gaz, charbon et fioul) et en majeure partie une réduction de la production des centrales de gaz.
- La France dispose de centrales à gaz récentes et performantes. La réduction des émissions de CO₂ se fait plutôt dans les autres pays européens (en augmentant les imports depuis la France et en réduisant le recours aux centrales thermiques).

Ce choix de référentiel énergétique est en accord avec la vision de RTE et l'étude réalisée par France Territoire Solaire, I Care& Consult & Artelys :

« Pour obtenir une évaluation des émissions évitées grâce à la production éolienne et solaire, RTE a simulé ce que serait le fonctionnement du système électrique actuel sans ces installations. Cette étude, restituée dans le rapport technique du Bilan prévisionnel 2019, chiffre les émissions évitées à environ 22 millions de tonnes de CO₂ par an (5 millions de tonnes en France et 17 millions de tonnes dans les pays voisins). Dit autrement, si ces capacités n'avaient pas été développées et avec le reste du parc électrique actuel et inchangé, les moyens thermiques en France et en Europe auraient été davantage sollicités, conduisant à des émissions supplémentaires, notamment via des centrales au charbon et au gaz. Ce calcul permet d'évaluer les émissions évitées par le seul développement des capacités éoliennes et solaires, et non les réductions d'émissions liées à d'autres évolutions du secteur au cours des dernières années (évolution des prix des combustibles et du prix du CO₂ sur le marché ETS, déclassement de certaines centrales, etc.)

Ces résultats battent en brèche une vision réductrice du système électrique où chaque incrément de production éolienne et solaire se ferait au détriment du nucléaire et n'aurait pas d'influence sur les émissions de gaz à effet de serre. »⁹

« Ces émissions évitées dans le système électrique proviennent du remplacement de productions thermiques en France (11%) et en Europe (89%).

[...]

Ces résultats montrent que le solaire n'intervient pas directement en remplacement du mix de production moyen mais permet surtout de réduire la production des capacités thermiques, en cohérence avec les analyses récentes de RTE sur l'influence des énergies renouvelables sur les productions des différentes filières. »¹⁰

Pour résumer, le fonctionnement électrique s'opère à une échelle européenne. A l'heure actuelle, la prédominance de la production énergétique nucléaire en France est le principal facteur de décarbonation du mix énergétique français, en comparaison avec ses voisins européens. Le développement des énergies renouvelables (éolien et solaire) ne se fait pas en substitution des centrales nucléaires mais des centrales thermiques et plus précisément des centrales à gaz.

Les émissions évitées et le bilan carbone en résultant seront donc calculés en prenant le mix énergétique européen comme scénario de référence.

⁹ RTE, Note : Précisions sur les bilans CO₂ établis dans le bilan prévisionnel et les études associées, 2020

¹⁰ France Territoire Solaire, I care & consult, Artelys : Analyse de l'impact climat de capacités additionnelles solaires photovoltaïques en France à horizon 2030, 2020

3.2.3.3 Calcul des émissions évitées

Dans les trois cas, le calcul des émissions évitées par le projet est défini selon la formule suivante :

$$EM_{ev} = Pr_a * F_{ev}$$

EM_{ev}, quantité de gaz à effet de serre évitée annuellement en fonction de l'empreinte environnementale des modules photovoltaïques et du nombre de modules prévus par le projet en tonne de CO₂ équivalent ;

Pr_a, production annuelle de la centrale en GWh ;

F_{ev}, quantité de gaz à effet de serre évitée par une installation photovoltaïque par rapport au mix énergétique en g CO₂ / kWh

		Scénario 1 (mix énergétique français)	Scénario 2 (mix énergétique européen)
Projet	Production de l'année 1 (GWh)	6,97	
	Dégradation annuelle du module	0,40%	
	Durée d'exploitation (années)	30	
Facteurs d'émission (g eq CO ₂ / kWh)		55	317
Résultats	Emissions évitées, année 1 (tonnes CO ₂)*	207	2 033
	Emissions évitées sur 30 ans (tonnes CO ₂)*	5 873	57 573
	Emissions évitées par an sur 30 ans (tonnes CO ₂)*	196	1919

Tableau 1 : Evaluation des émissions évitées de CO₂

*Les émissions évitées obtenues pour les deux scénarios prennent en compte l'impact du projet.

3.2.4 Evaluation du temps de retour carbone du projet

3.2.4.1 Analyse du taux de retour énergétique

- Par rapport au mix énergétique français

La durée de vie d'un système photovoltaïque est de 30 ans en moyenne, cela signifie qu'en fonction de l'ensoleillement et de la durée d'utilisation, il produira plus de **1,2** fois l'énergie nécessaire à celle de son utilisation sur l'ensemble de son cycle de vie (dans le cadre de ce projet). Cette dernière valeur correspond au taux de retour énergétique, également appelé EROI en anglais.

- Par rapport au mix énergétique européen

En calculant le temps de retour carbone du projet par rapport au mix européen, sa valeur est de **11,6**. C'est-à-dire que le système photovoltaïque produira **11,6** fois l'énergie nécessaire à celle de son utilisation sur l'ensemble de son cycle de vie.

3.2.4.2 Analyse du temps de retour du projet

Le **temps de retour énergétique du parc solaire** correspond au ratio entre la somme des émissions de CO₂ rejetées au cours de son cycle de vie (fabrication, transport, installation, démantèlement – recyclage) et les émissions de CO₂ évitées annuellement.

Le résultat permet d'évaluer en combien d'années les émissions de CO₂ émises sur le cycle de vie du projet sont compensées par les émissions évitées : c'est à dire les émissions de CO₂ qui auraient été émises par un autre moyen de production pour produire la même quantité d'électricité.

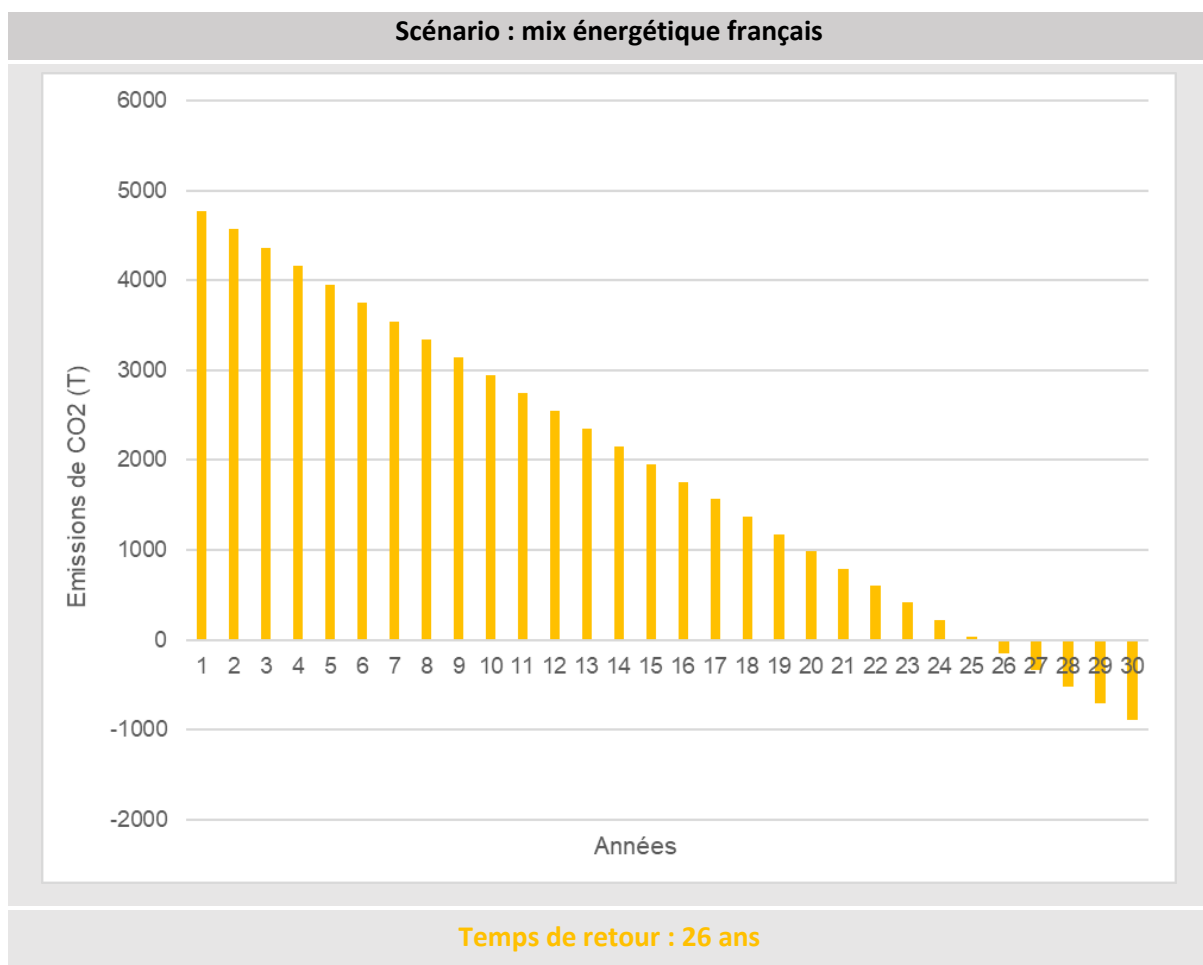
- Par rapport au mix énergétique français

D'après la présente analyse, les émissions de CO₂ sur le cycle de vie du projet sont de 4 980 tonnes de CO₂ (à partir de valeurs conservatrices), un résultat couvrant l'ensemble du cycle de vie du projet conformément à la méthode ACV.

Finalement, en déduisant les émissions du projet, celui-ci permet d'éviter l'émission de 5 873 tonnes de CO₂ sur 30 ans.

Le graphique suivant permet de visualiser la somme des émissions de CO₂ rejetées et évitées pour chaque année. Lorsque la somme des émissions est nulle, le projet a atteint son temps de retour énergétique.

Le projet a compensé ses émissions de CO₂ en 26 ans grâce à sa production d'électricité décarbonée en faisant cette analyse par rapport au mix énergétique .



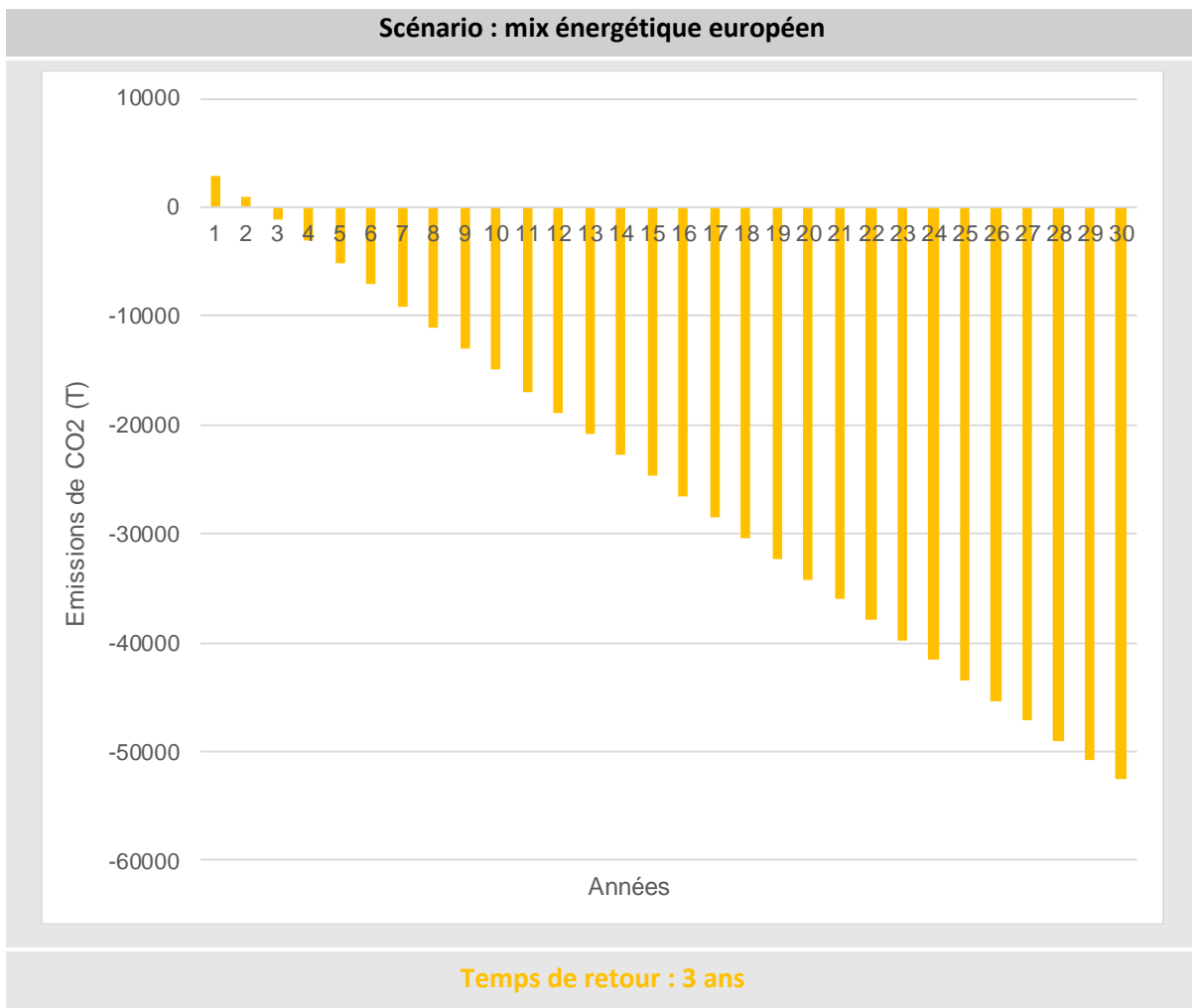
- Par rapport au mix énergétique européen

En faisant l'analyse du temps de retour du projet par rapport au mix énergétique européen, les émissions de CO₂ sur le cycle de vie du projet sont de 4 980 tonnes de CO₂ (à partir de valeurs conservatrices), un résultat couvrant l'ensemble du cycle de vie du projet conformément à la méthode ACV.

Finalement, en déduisant les émissions du projet, celui-ci permet d'éviter l'émission de 57 573 tonnes de CO₂ sur 30 ans.

Le graphique suivant permet de visualiser la somme des émissions de CO₂ rejetées et évitées pour chaque année. Lorsque la somme des émissions est nulle, le projet a atteint son temps de retour énergétique.

Le projet a compensé ses émissions de CO₂ en 3 ans grâce à sa production d'électricité décarbonée en faisant cette analyse par rapport au mix énergétique européen.



3.2.4.3 Comparaison des émissions en fonction des modes de production

Au regard des évolutions du mix-énergétique français, le mode de production d'énergie fossile auxquelles va se substituer le projet va être principalement le gaz qui a facteur d'émission de 490 g CO₂/kWh, le charbon devant être prochainement abandonné en France.

Dans le cas d'une production au gaz équivalente, les émissions de CO₂ auraient été de plus de 19,4 fois plus importantes : 102 415 tonnes de CO₂ émises en cumulé par du gaz contre 4 980 tonnes de CO₂ émissions par le projet pour produire 197,33 GWh.

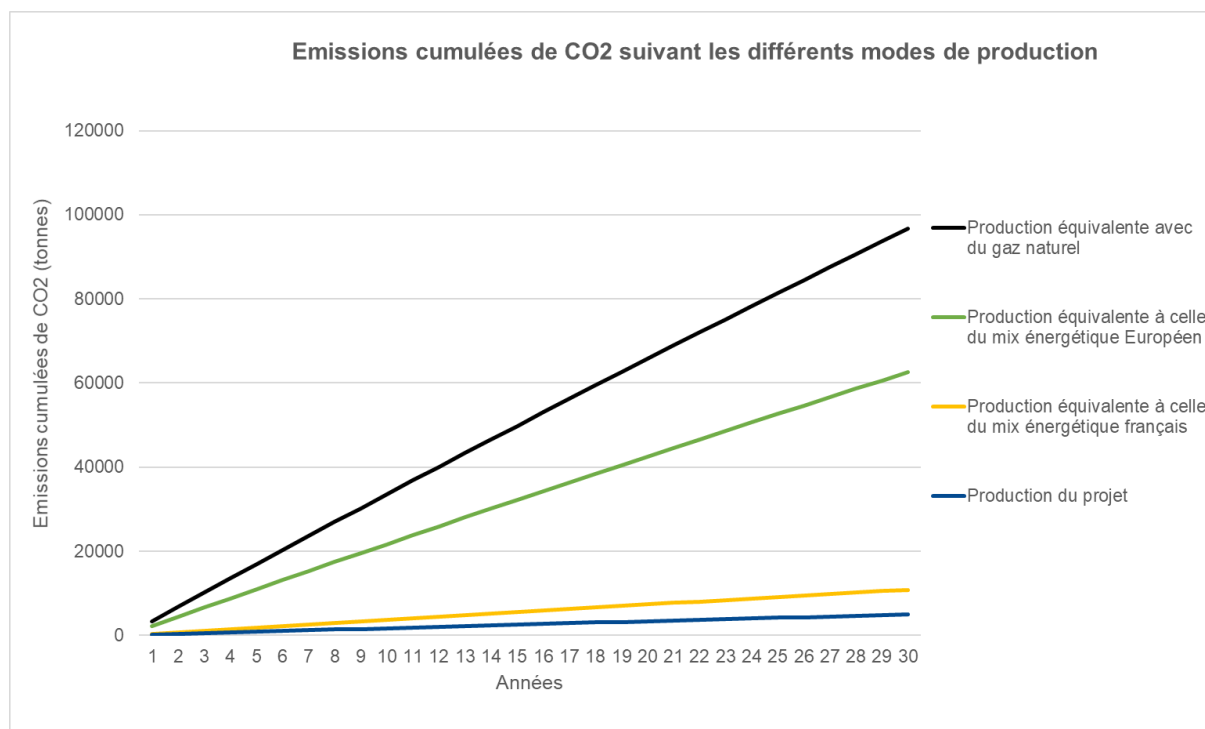


Figure 3 : Emissions cumulées de CO₂ suivant les différents modes de production

3.2.5 Conclusions

3.2.5.1 Temps de retour énergétique

Le temps de retour énergétique varie très fortement (3 ans ou 26 ans) suivant le scénario de mix énergétique choisi. Le choix de Luxel a été de choisir le mix énergétique européen pour les différentes raisons exprimées dans le paragraphe 3.2.3.2, en accord avec la vision de RTE.

Afin de répondre aux demandes de la MRAe, les résultats avec le mix énergétique français ont également été inclus.

Peu importe le scénario choisi, **le projet reste positif en terme d'impact sur les émissions de gaz à effet de serre.**

3.2.5.2 Pistes d'améliorations

Conformément à son engagement environnemental, EDF Renouvelables et ses filiales dont Luxel travaillent pour faire progresser le bilan environnemental de leurs projets. Une analyse de cycle de vie d'un parc a été menée avec un partenaire pour identifier plus précisément les postes à l'origine des

émissions les plus importantes. Dans le cadre du projet de Vouillers, il sera étudié en phase de développement la possibilité de :

- Valoriser des matériaux recyclés, notamment au niveau des structures métalliques ou de toute autre équipement en métal, ce qui aura l'impact potentiel fort pour améliorer l'empreinte environnementale du projet ;
- Travailler avec les fournisseurs et les entreprises pour proposer les solutions présentant l'optimum environnemental et financier ;
- Limiter les matériaux mis en œuvre et les mouvements de terrain.

Les engagements d'EDF Renouvelables et ses filiales sont présents aussi au travers de leur Politique Environnementale et sociétale dont l'application est contrôlée au travers d'un Système de Management Environnemental.

3.3 Un projet participant à des objectifs ambitieux pour le développement des énergies renouvelables dans le cadre d'une politique environnementale

3.3.1 Objectifs nationaux

3.3.1.1 *Rappel des objectifs nationaux*

- Loi d'orientation sur les énergies (loi du 13 juillet 2005)

La Loi d'orientation sur les énergies définit les orientations de la politique énergétique française pour les 30 prochaines années :

- Garantir la sécurité d'approvisionnement ;
- Réduire les impacts de l'énergie sur l'environnement et contribuer ainsi à la division par 4 des émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050 ;
- Garantir un prix compétitif de l'énergie ;
- Contribuer à la cohésion sociale et territoriale en garantissant l'accès de tous les Français à l'énergie.

Les énergies renouvelables, dont le solaire photovoltaïque, contribuent à 3 de ces 4 objectifs.

Le Plan de Développement des Energies Renouvelables de la France, issu du Grenelle de l'Environnement et présenté le 17 novembre 2008, renforce cette loi en fixant l'objectif de porter à au moins 23% la part des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie à l'horizon 2020.

- Grenelle de l'environnement

Les objectifs chiffrés pour la filière solaire photovoltaïque (lois Grenelle 1 et 2) sont :

- 5,4 GW en 2020 ;
- 7 millions de logements équipés pour la production de chaleur solaire en 2020 ;
- 100 000 à 130 000 emplois créés dont 20 000 dans l'industrie.

Le projet de Vouillers répond aux objectifs fixés par le Grenelle de l'environnement et participe au développement de la part des énergies renouvelables dans la production nationale d'énergie, nécessité devenue absolue et bien stipulée dans le "Grenelle de l'Environnement". Dans un contexte de "crise énergétique" cette installation permet de réduire la part des autres sources de production électrique, polluantes et dites non renouvelables (électricité produite à partir du charbon, du pétrole, du gaz, du nucléaire), et donc de lutter contre le réchauffement climatique mondial par la réduction des émissions

de gaz à effet de serre (CO₂), dont environ 28,8 % sont issus de la production et la transformation des énergies non renouvelables en Europe en 2015. La production d'énergie solaire est effectivement devenue aujourd'hui sur le plan mondial, et notamment pour l'ensemble des pays développés, un des principaux objectifs en matière de politique environnementale.

En France, cette nécessité est rappelée dans le rapport de synthèse du groupe "lutter contre les changements climatiques et maîtriser l'énergie" du Grenelle de l'Environnement qui stipule :

Objectif 5 : réduire et "décarboner" la production d'énergie, renforcer la part des énergies renouvelables,

- Objectif 5-1 : passer de 9% à 20 % d'ici 2020 la part des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie finale en France.

- Loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte

La loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte, en date du 17 août 2015, fixe notamment comme objectif de **porter la part des énergies renouvelables à 23% de la consommation finale brute d'énergie en 2020 et à 32% en 2030.**

- Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE)

Dans la programmation pluriannuelle de l'énergie présentée en novembre 2018, **la politique énergétique française a retenu comme objectif de développement de la filière photovoltaïque une puissance installée de 20 100 MW en 2023 et 35 100 MW en 2028 (option basse).**

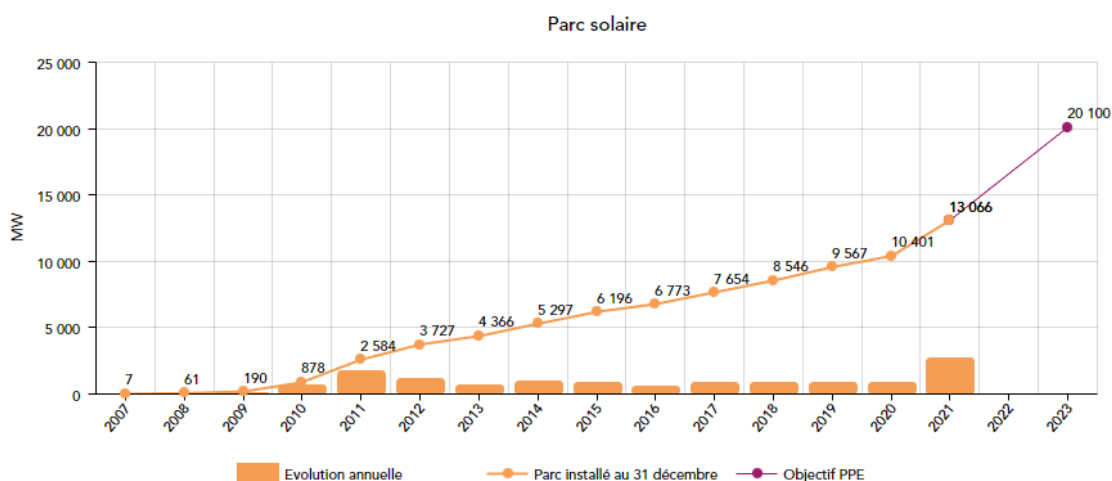


Figure 4 : Capacité installée du parc solaire et objectif de 2023 de la PPE | Source : RTE

3.3.1.2 Un constat : le retard de la France dans ses objectifs en matière d'énergies renouvelables

« La Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) (2018-2028) prévoit, pour le photovoltaïque, un objectif de 20,1 GW installés en 2023 puis de 35 à 44 GW en 2028. Or, la capacité installée en France métropolitaine est d'environ 13 GW en 2021. Pour atteindre l'objectif haut de la PPE, il est donc nécessaire d'installer une capacité de 4 GW par an jusqu'à 2028.

Le rythme constaté sur 2012-2020 était faible, avec en moyenne une capacité de 0,9 GW supplémentaire installée chaque année. L'année 2021 a marqué une première accélération avec plus de 2 GW installés, mais cela reste inférieur à l'objectif. ¹¹»

¹¹ 26/09/2022, Première Ministre, Projet de loi relatif à l'accélération de la production des énergies renouvelables, Etude d'impact https://www.legifrance.gouv.fr/contenu/Media/files/autour-de-la-loi/legislatif-et-reglementaire/etudes-d-impact-des-lois/ei_art_39_2022/ei_ener2223572l_cm_26.09.2022.pdf

Les objectifs détaillés dans le rapport de la PPE prévoient entre 20,6 à 25 GW pour le PV au sol et entre 14,5 à 19 GW pour le PV sur toitures à 2028 et un objectif réhaussé de 200 000 installations en autoconsommation d'ici à 2023.

En plus d'accuser un net retard sur la trajectoire qu'elle s'est fixée, elle est le seul parmi les 27 Etats membres de l'Union européenne à avoir **manqué son objectif fixé par une directive européenne**. En 2020, la part des énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie du pays n'atteignait ainsi que 19%, bien loin des 23% attendus.

3.3.1.3 Des avancées législatives pour accélérer le développement des énergies renouvelables

Suite à ces conclusions, la ministre de la Transition énergétique a présenté le 8 août 2022 un **projet de loi relatif à l'accélération de la production d'énergies renouvelables** comprenant vingt articles organisé en cinq titres. Celui-ci a été définitivement adopté par le Parlement le 7 février 2023.

Ce projet de loi vise notamment à accélérer le déploiement du photovoltaïque en démultipliant les possibilités d'implantation, afin d'atteindre l'objectif de **multiplier par huit la capacité de la France de la production d'énergie solaire pour dépasser les 100 GW à l'horizon 2050**, comme l'a indiqué le président de la République en février 2022 lors du discours de Belfort.

De plus, « dans les prochains mois, la France sera amenée à ajuster sa stratégie pour tenir compte de **l'objectif européen de rehaussement de l'ambition en matière de lutte contre le changement climatique**. C'est l'objet de la prochaine loi de programmation sur l'énergie et le climat qui sera adoptée au second semestre 2023, après une concertation nationale approfondie visant à éclairer le public sur l'ensemble des enjeux de la Stratégie Française Energie Climat, en matière de transformation des usages comme de renouvellement du mix. Dans tous les scénarios, les travaux du rapport « Futurs énergétiques 2050 » de RTE montrent que le **développement massif des énergies renouvelables est une absolue nécessité pour atteindre la neutralité carbone**, pour sauvegarder notre sécurité d'approvisionnement et pour assurer notre indépendance énergétique. C'est également la conclusion du GIEC, selon lequel le **développement accéléré du renouvelable est la condition sine qua non pour réussir la transition énergétique, sortir de notre dépendance aux énergies fossiles et atteindre la neutralité carbone**.¹²»

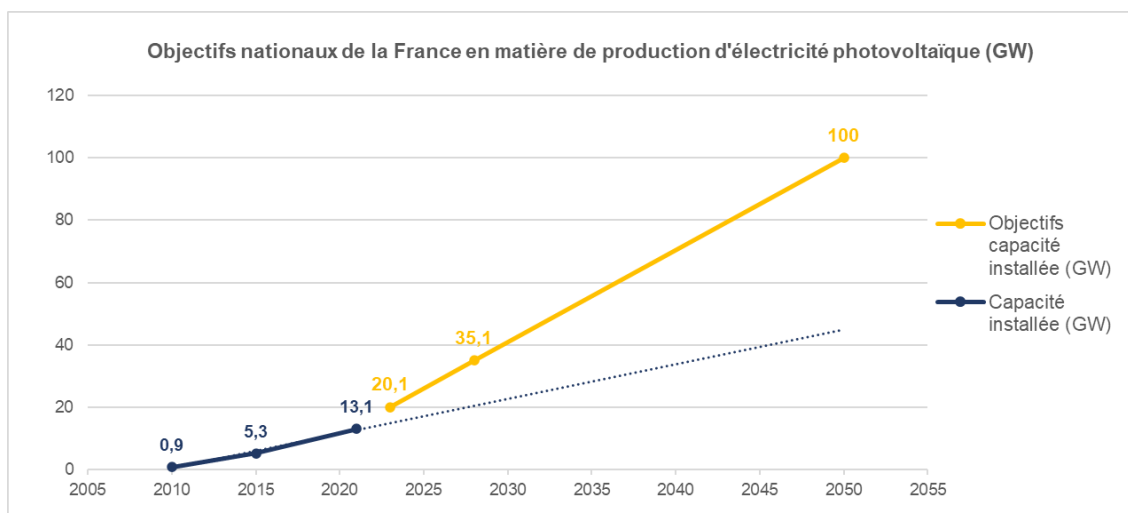


Figure 5 : Capacité installée du parc solaire (bleu) et objectifs nationaux (jaune)

¹² 26/09/2022, Première Ministre, Projet de loi relatif à l'accélération de la production des énergies renouvelables, Etude d'impact https://www.legifrance.gouv.fr/contenu/Media/files/autour-de-la-loi/legislatif-et-reglementaire/etudes-d-impact-des-lois/ei_art_39_2022/ei_ener2223572l_cm_26.09.2022.pdf

3.3.2 Objectifs régionaux

Puissances installées et projets en développement pour le solaire au 31 décembre 2021

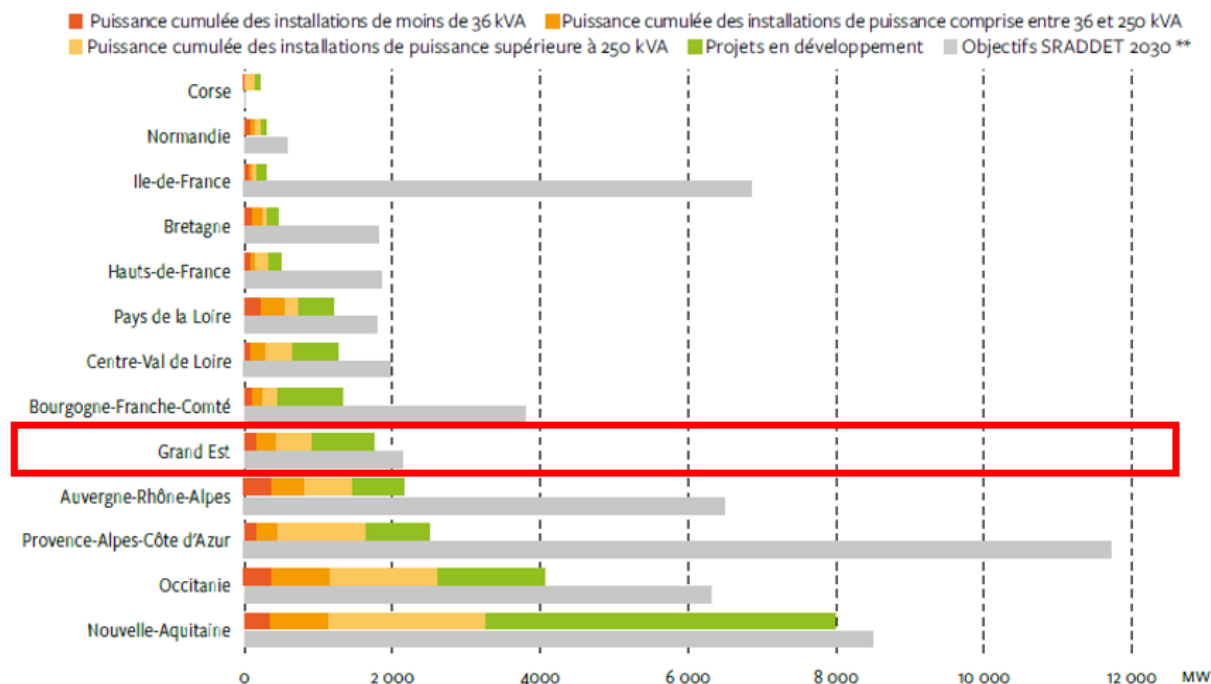


Figure 6 : Source : Panorama de l'électricité renouvelable au 31 décembre 2021

Le SRADDET est un document d'aménagement régional issu de discussions entre les politiques publiques et des experts dans différents domaines (numérique, gestion des déchets, biodiversité, climat, air, énergie ou transports). Il intègre et se substitue aux schémas déjà existants (SRCAE, SRCE, PRPGD...). L'objectif de ce schéma d'aménagement est d'avoir une vision aux horizons 2030 et 2050.

Le SRADDET de la région Grand-Est a été adopté par le Conseil Régional le 22 novembre 2019. Le SRADDET est un document qui exprime le projet politique de la Région d'ici à 2050 en matière d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires. Cette stratégie est articulée autour de 2 grands axes, déclinés en 6 orientations et 30 objectifs.

- Axe 1 : Changer de modèle pour un développement vertueux de nos territoires pour une région engagée dans les transitions énergétiques et écologiques
- Axe 2 : Dépasser les frontières et renforcer la cohésion pour un espace européen connecté pour une organisation structurée et des coopérations aux échelles interterritoriales, interrégionale et transfrontalières

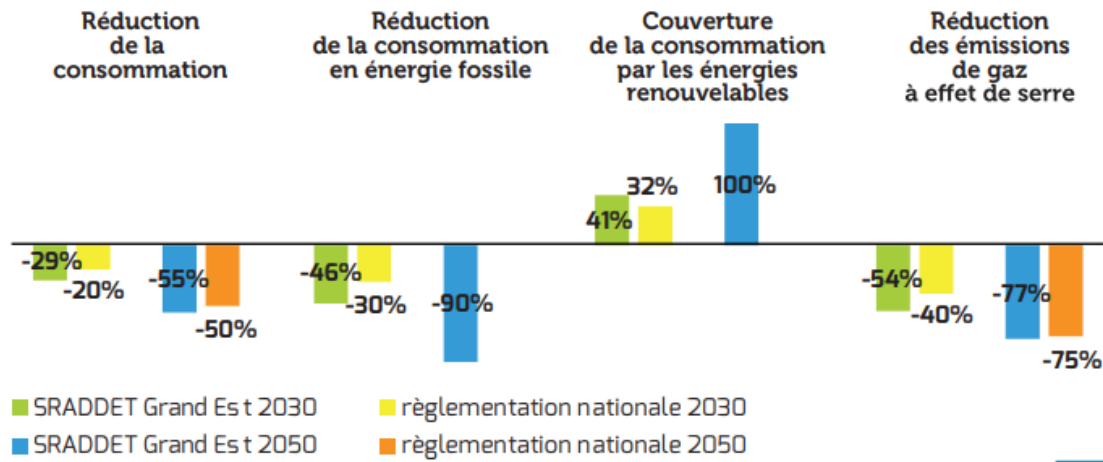
Parmi l'axe 1, l'orientation « choisir un modèle énergétique durable » comporte l'objectif suivant :

- Objectif 4 : « Développer les énergies renouvelables pour diversifier le mix énergétique ».

La région entend couvrir les consommations énergétiques par des énergies renouvelables à 41% en 2030 et 100% en 2050.

Le développement des EnR doit passer entre autres par une croissance du photovoltaïque dans le mix énergétique pour atteindre une production de 2 470 GWh en 2030 et 5 892 GWh à horizon 2050, soit multiplier par quasiment 15 la production entre 2012 et 2050.

OBJECTIFS CHIFFRÉS



GWh	2012	2021	2026	2030	2050	coefficient multiplicateur 2050/2012
Hydraulique réelle	8 550	8 552	8 810	9 016	9 800	1,1
Biogaz	356	1 544	3 612	5 267	27 184	76,4
Biocarburants	6 826	7 726	7 767	7 800	8 000	1,2
Bois énergie	12 482	17 137	17 822	18 370	20 730	1,7
Chaleur fatale	626	2 310	3 666	4 750	9 500	15,2
Solaire thermique	101	181	230	269	726	7,2
Photovoltaïque	396	1 081	1 853	2 470	5 892	14,9
PAC géo/aquathermiques	1 351	3 298	4 010	4 580	6 500	4,8
Géothermie très haute énergie (année réf. 2016)	38	417	735	990	2 250	80,4
Eolien	3 517	6 863	9 710	11 988	17 982	5,1
TOTAL	34 205	49 107	58 215	65 501	108 564	3,2

Figure 7 : Les objectifs chiffrés du SRADDET | Source : SRADDET Grand Est

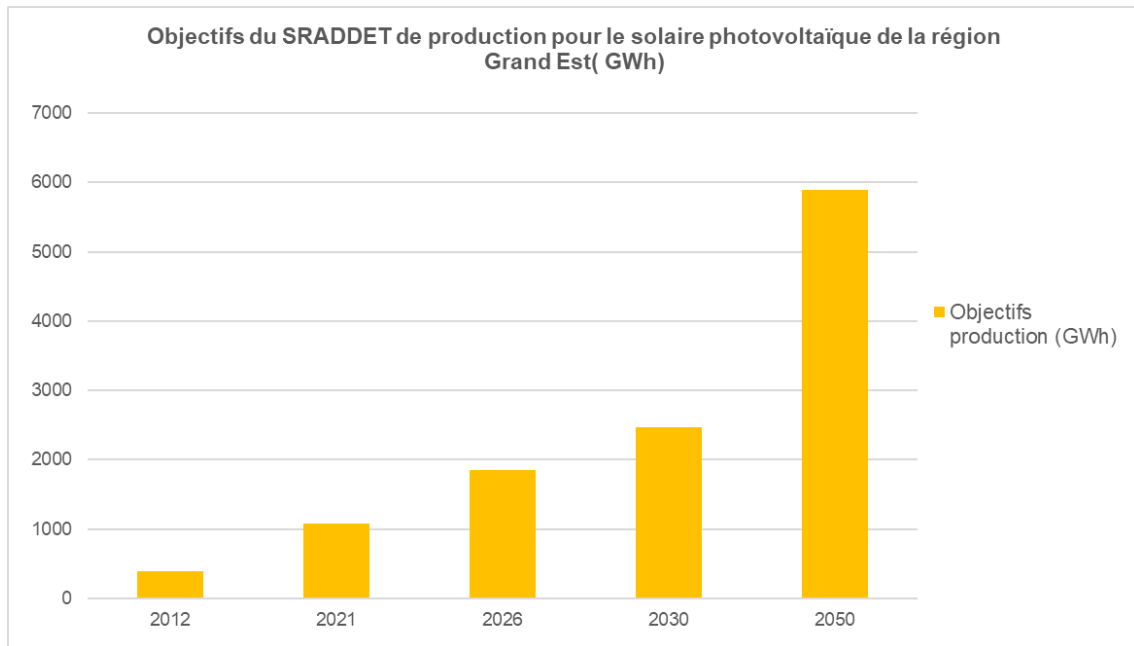


Figure 8 : Les objectifs chiffrés du SRADET | Source : Luxel d'après SRADET

De la même manière que pour les objectifs nationaux, la région Grand Est accuse un léger retard sur l'objectif fixé de 2020. Le développement du solaire photovoltaïque va devoir se poursuivre et s'intensifier fortement en Grand Est afin de multiplier la puissance par près de 15 entre 2012 et 2050.

Il est à noter également que ces objectifs seront probablement revus à la hausse en 2023 suite aux annonces du gouvernement.

3.3.3 Les installations en toiture ou ombrière : nécessaires mais insuffisantes pour l'atteinte des objectifs énergétiques. Nécessité du photovoltaïque au sol tel que le projet de Vouillers.

La pose de panneaux solaires sur des bâtiments n'est pas une alternative aux centrales photovoltaïques de grande puissance au sol, comme celle proposée ici, mais une complémentarité. Les installations photovoltaïques en toiture permettent également de produire de l'électricité verte, mais ne sont pas substituables aux parcs solaires. À titre informatif, le récent rapport RTE sur l'avenir énergétique de la France à l'horizon prévoit un déploiement de la filière photovoltaïque, y compris de la filière au sol. En effet, peu importe le scénario¹³ de mix de production choisi à l'horizon 2050, les

¹³ M0 : Sortie du nucléaire en 2050 : le déclassement des réacteurs nucléaires existants est accéléré, tandis que les rythmes de développement du photovoltaïque, de l'éolien et des énergies marines sont poussés à leur maximum.

M1 : Développement très important des énergies renouvelables réparties de manière diffuse sur le territoire national et en grande partie porté par la filière photovoltaïque. Cet essor sous-tend une mobilisation forte des acteurs locaux participatifs et des collectivités locales.

M23 : Développement très important de toutes les filières renouvelables, porté notamment par l'installation de grands parcs éoliens sur terre et en mer. Logique d'optimisation économique et ciblage sur les technologies et les zones bénéficiant des meilleurs rendements et permettant des économies d'échelle.

N1 : Lancement d'un programme de construction de nouveaux réacteurs, développés par paire sur des sites existants tous les 5 ans à partir de 2035. Développement des énergies renouvelables à un rythme soutenu afin de compenser le déclassement des réacteurs de deuxième génération.

N2 : Lancement d'un programme plus rapide de construction de nouveaux réacteurs (une paire tous les 3 ans) à partir de 2035 avec montée en charge progressive. Le développement des énergies renouvelables se poursuit mais moins rapidement que dans les scénarios N1 et M.

N03 : Le mix de production repose à parts égales sur les énergies renouvelables et sur le nucléaire à l'horizon 2050. Cela implique d'exploiter le plus longtemps possible le parc nucléaire existant, et de développer de manière volontariste et diversifié le nouveau nucléaire (EPR 2 + SMR)

projections du photovoltaïques sont multipliées minimum par 7 par rapport à la capacité installée aujourd'hui.

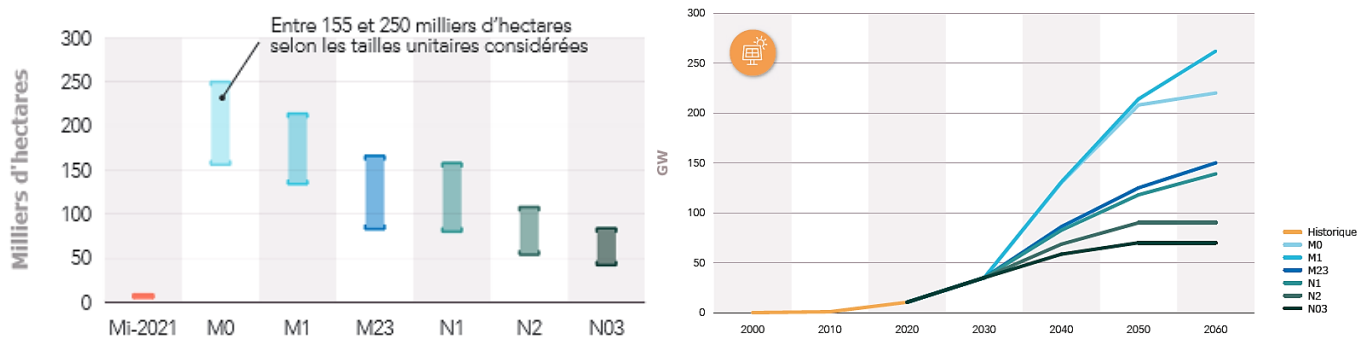


Figure 9 : Projection du nombre d'hectares occupés par des panneaux photovoltaïques au sol à l'horizon 2050 selon différents scénarios (gauche)

Évolution des capacités photovoltaïques en France depuis 2000 et projetées à 2060 dans les scénarios de mix (droite) Source : RTE

Par ailleurs, le **prix de revient du photovoltaïque en toiture est significativement plus élevé** et il faudrait développer une multitude de projets sur la communauté de communes « Saint-Dizier Der et Blaise » pour atteindre une puissance produite équivalente à celle de Vouillers. En effet, il faudrait équiper **environ 1348 foyers** pour atteindre la puissance produite du projet proposé au lieu-dit « Le Parc » à Vouillers, la taille moyenne des foyers de la communauté de commune étant de 2,11 occupants.

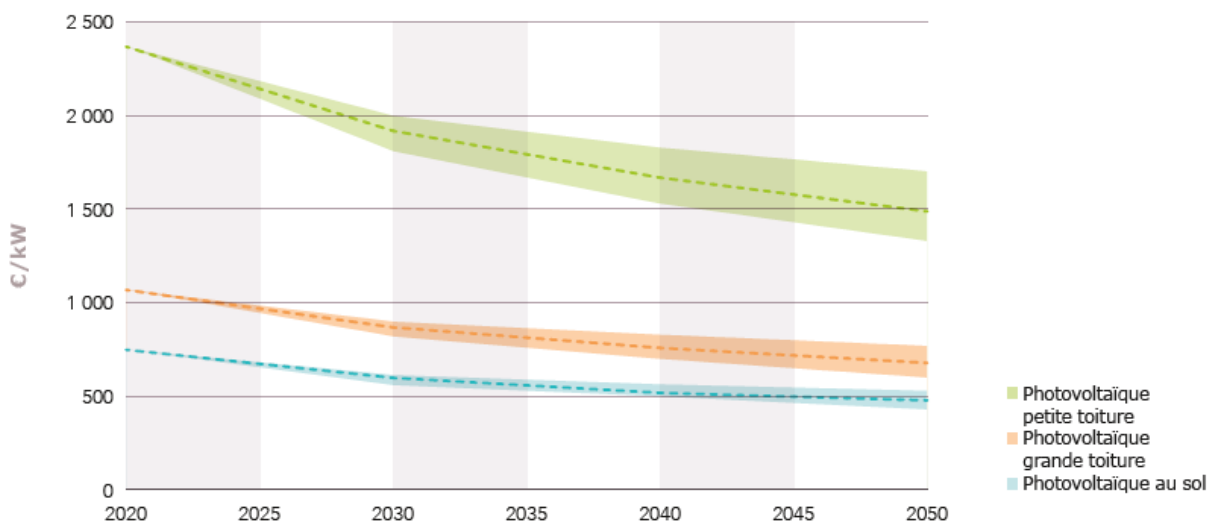


Figure 10 : Évolution des coûts d'investissement en photovoltaïque à l'horizon 2050 (hors raccordement) Source : RTE

À noter que cette estimation sur les installations sur les toitures ne prend pas en compte les **contraintes** suivantes :

- les effets d'ombrages qui peuvent être importants, notamment à cause de la végétation ou des bâtiments voisins (en particulier dans les milieux urbains),
- l'accord des Architectes de bâtiments de France en cas de proximité avec un monument historique,
- les contraintes techniques sur le support (la solidité, la pente de la toiture, etc.)

Le manque de surfaces déjà artificialisées et la nécessité de développer le photovoltaïque au sol sont soulignés par le Ministère de la transition énergétique dans le projet de loi d'accélération des énergies renouvelables :

« Le manque de foncier est l'un des principaux freins au développement du photovoltaïque. Il convient de plus de concilier développement des énergies renouvelables et limitation de l'occupation de sols, en privilégiant l'installation sur des sols déjà artificialisés et sur lesquels le PV ne contraint pas ou peu les usages existants. Les parkings extérieurs de grande taille (hypermarchés, centres commerciaux, parkings d'aéroports, bureaux, etc...) représentent donc un gisement particulièrement intéressant, car il s'agit de surfaces importantes et déjà artificialisées, et l'installation de PV sur ombrière ne s'oppose pas à l'usage normal du parking (voire ajoute un confort supplémentaire à l'utilisateur en été).

[...]

Néanmoins, cette obligation conditionnée à la survenue d'un fait générateur est d'une portée limitée et semble insuffisante eu égard aux enjeux identifiés de développement des installations photovoltaïques.¹⁴ »

3.4 Un projet permettant la réduction de l'utilisation d'énergies fossiles

3.4.1 Panorama de l'électricité depuis les années 2010 et substitution des énergies par le photovoltaïque

3.4.1.1 *La situation avant 2019*

La situation avant l'année 2019 et la place du photovoltaïque dans le mix énergétique sont résumées par RTE dans les points suivants :

« 7. Aujourd'hui, l'énergie éolienne et l'énergie solaire se déploient donc essentiellement en addition au potentiel de production nucléaire et hydraulique.

8. En conséquence, l'augmentation de la production éolienne et solaire en France se traduit par une réduction de l'utilisation des moyens de production thermiques (à gaz, au charbon et au fioul). Du point de vue des coûts variables, faire fonctionner ces unités est en effet plus onéreux que d'utiliser les moyens de production solaires, éoliens ou hydrauliques (dès lors qu'il existe du productible en vent, rayonnement ou hydraulité), ou que de faire fonctionner les centrales nucléaires existantes.

9. Cette réduction de l'utilisation des moyens thermiques se produit en France et dans les pays voisins, car le système électrique fonctionne de manière interconnectée à l'échelle européenne. La France disposant de peu de centrales thermiques – dont certaines (centrales à gaz) sont plutôt récentes et compétitives sur les marchés européens – une partie importante des réductions d'émissions sont enregistrées dans les pays voisins, via une augmentation des exports d'électricité et une réduction des imports. C'est ce qui explique que la France reste le principal exportateur européen malgré la réduction importante de la production nucléaire depuis les années 2000. »¹⁵

3.4.1.2 *La situation après 2019, et la situation future*

Néanmoins, la situation a changé à bien des égards du fait de la crise sanitaire COVID-19, de la guerre en Ukraine et de la baisse de production nucléaire en France due à des problèmes de corrosion sur les réacteurs et des retards de maintenance.

¹⁴ 26/09/2022, Première Ministre, Projet de loi relatif à l'accélération de la production des énergies renouvelables, Etude d'impact https://www.legifrance.gouv.fr/contenu/Media/files/autour-de-la-loi/legislatif-et-reglementaire/etudes-d-impact-des-lois/ei_art_39_2022/ei_ener2223572l_cm_26.09.2022.pdf

¹⁵ RTE, Note : Précisions sur les bilans CO₂ établis dans le bilan prévisionnel et les études associées, 2020

Le porteur de projet ne rentrera pas dans le détail des causes et des conséquences complexes de ces événements, en revanche le graphique et le paragraphe suivants permettent d'observer les tendances de la production d'électricité en France par filière depuis les années 2010.

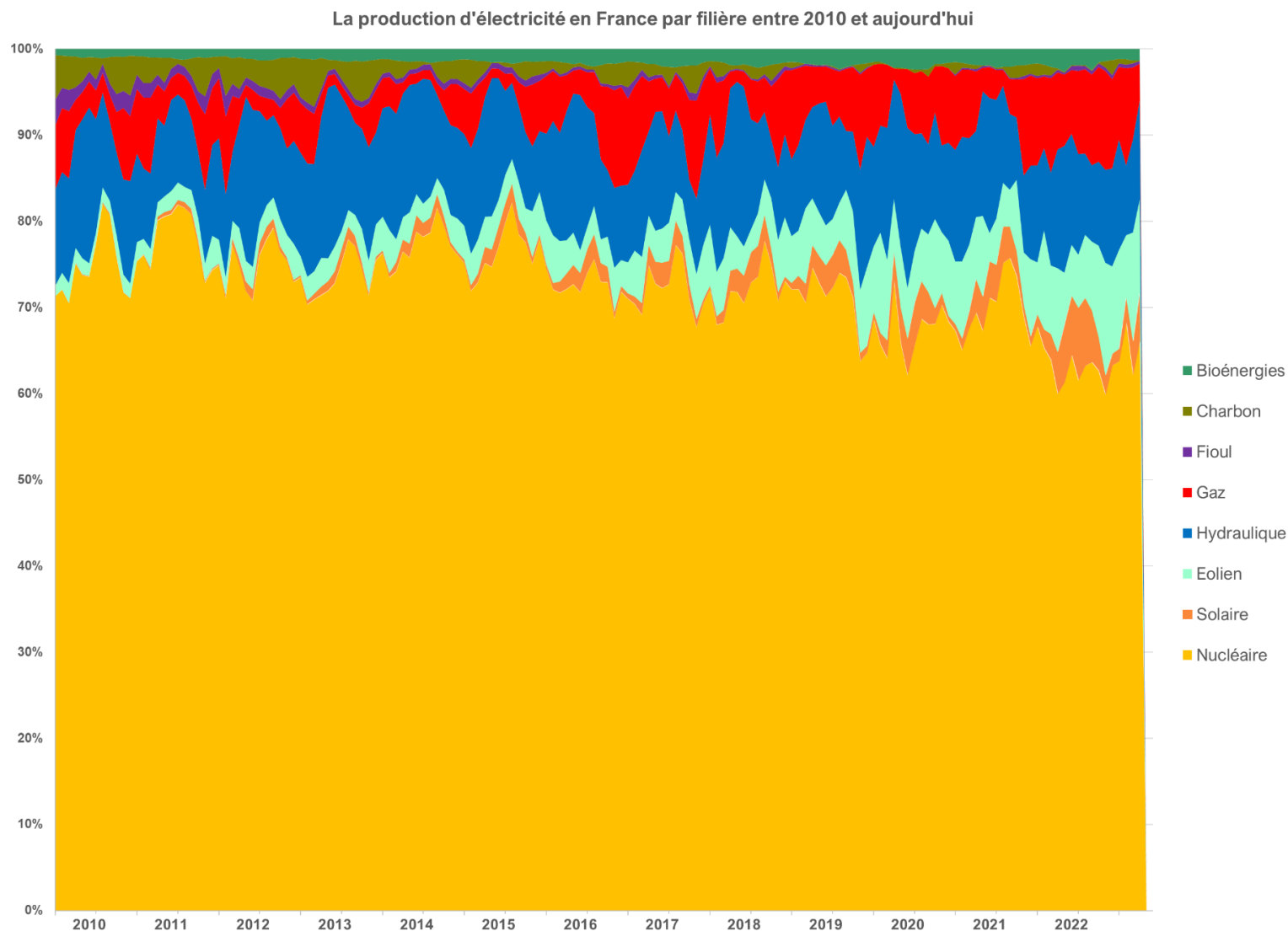


Figure 11 : La production d'électricité en France par filière entre 2010 et aujourd'hui d'après les données brutes éco2mix | Source : Luxel à partir des données brutes éco2mix

La production de **charbon** en France a diminué progressivement depuis le début des années 2000 pour être quasiment nulle en 2020. Alors que la centrale à Charbon de Saint-Avold devait être fermée en 2022, elle a finalement été relancée à l'hiver 2022 « à titre conservatoire, compte tenu de la situation ukrainienne et des tensions sur le marché de l'énergie, a confirmé dimanche le ministère de la Transition énergétique. »¹⁶ La seconde centrale à charbon en activité est celle de Cordemais, située en Loire-Atlantique, et fait également partie d'un plan de fermeture mais à horizon 2026. La France se différencie à ce niveau de son voisin allemand et d'un grand nombre de pays européens utilisant encore fortement le charbon comme combustible pour produire de l'électricité et ayant donc un impact carbone dû à la production d'électricité bien plus élevé que celui de la France.

La production **hydraulique** reste relativement stable depuis les années 2000 et tend à se pérenniser dans le temps. Lors d'un pic de production photovoltaïque par exemple, certains barrages hydroélectriques peuvent être arrêtés afin de ne pas surproduire. Certains ouvrages hydroélectriques (STEP / Station de Transfert d'Energie par Pompage) sont également capables de stocker le surplus en stockant alors l'eau par pompage en altitude au lieu de la turbiner. Cette énergie renouvelable pourra ensuite être libérée plus tard de manière 100% pilotable.

La production **nucléaire** est en déclin en France. Alors qu'initialement le mix électrique était composé à environ 80% d'électricité nucléaire, des problèmes de corrosion sur les centrales ont diminué la part de cette énergie dans le mix énergétique pour atteindre entre 60 et 70% aujourd'hui. Actuellement, près de la moitié des réacteurs sont indisponibles pour des maintenances prévues ou des problèmes de corrosion soupçonnés ou avérés. Cette tendance devrait se poursuivre dans les prochaines années : la construction de nouveaux réacteurs étant longue elle ne permettra pas de combler ce manque et les scénarios présentés dans les Futurs énergétiques 2050 RTE proposent tous une baisse du nucléaire.

La production électrique à partir de **gaz** a fortement augmenté depuis 2018 environ suite à des investissements massifs dans les centrales au gaz et couvre aujourd'hui environ 15% du mix énergétique français.

*La technologie du cycle combiné bénéficie d'un rendement énergétique élevé et son impact sur les émissions de CO2 est moindre que celui d'une centrale thermique classique (à vapeur), avec un facteur d'émission de CO2 réduit de moitié par rapport au charbon. Néanmoins, les centrales au gaz en Europe demeurent des unités fossiles, responsables d'une partie importante des émissions de gaz à effet de serre au niveau européen.*¹⁷

De plus, le contexte géopolitique actuel (la guerre en Ukraine) met en lumière les insécurités d'approvisionnement que peut connaître la France qui est dépendante des importations de gaz. Dans une trajectoire de neutralité carbone, l'utilisation du gaz fossile pour la production d'électricité est amenée à disparaître.

La production d'énergie électrique à partir du **biogaz** est possible et très faible en émissions carbone, mais celle-ci est comptabilisée dans les bioénergies et non le gaz. *De plus, malgré leur caractère bas-carbone, les filières de **bioénergies** pour la production d'électricité ne devraient se développer que de manière marginale à long terme, selon les orientations publiques.*¹⁸

Enfin la part des énergies renouvelables (**éolien** et **solaire**) connaît une croissance de plus en plus importante depuis les années 2010. Alors que la production électrique à partir du **photovoltaïque** était nulle en 2010, celle-ci atteint aujourd'hui près de 5% du mix électrique français, voire près de 8% pendant l'été là où la production photovoltaïque est la plus élevée. Comme indiqué dans le paragraphe 3.3.1.3, les objectifs de la France sont conséquents en matière d'énergie photovoltaïque et cette tendance va donc s'accélérer :

¹⁶ <https://www.la Tribune.fr/economie/france/penurie-d-electricite-la-france-va-relancer-cet-hiver-une-centrale-au-charbon-923333.html>

¹⁷ RTE, Futurs Énergétiques 2050, Chapitre 4 La production d'électricité, 2021

¹⁸ RTE, Futurs Énergétiques 2050, Chapitre 4 La production d'électricité, 2021

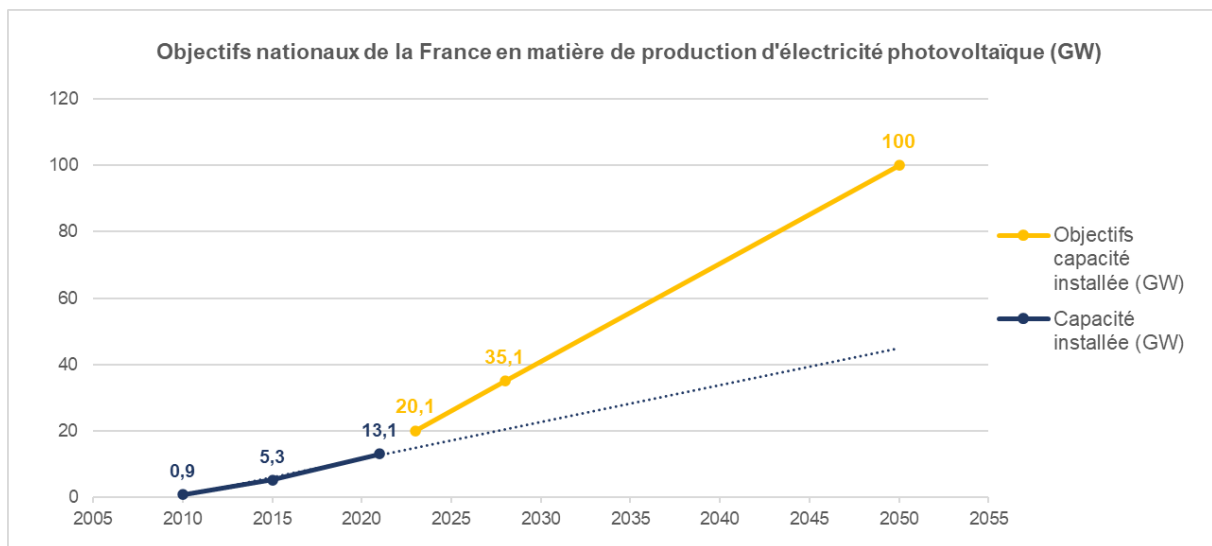


Figure 12 : Capacité installée du parc solaire (bleu) et objectifs nationaux (jaune)

Alors qu'il y a encore peu de temps l'énergie photovoltaïque (et éolienne) venaient en addition des autres sources d'énergies, cela tend à changer pour venir se substituer à d'autres sources d'énergies. Grâce à la transition écologique et à la recherche de l'atteinte d'objectifs européens et nationaux ambitieux en termes d'énergies renouvelables, l'énergie photovoltaïque se substituera progressivement aux combustibles fossiles (gaz essentiellement) et à l'énergie nucléaire.

En effet, bien que le fioul et le charbon auront entièrement disparu durant cette décennie, il existe une probabilité importante que le gaz continue d'être utilisé assez largement dans la production d'électricité en Europe du fait du retard pris dans le développement des énergies renouvelables. Néanmoins, l'utilisation de centrales à gaz fossile est amenée à disparaître dans une trajectoire de neutralité carbone.

Les retards de maintenance sur les centrales nucléaires de fait de la crise COVID-19 et les problèmes de corrosion sur les centrales ont accéléré la décroissance de l'énergie nucléaire. Cette décroissance est vouée à s'accélérer d'après les scénarios énergétiques présentés par RTE et l'Etat à l'horizon 2050.

Remarque : cette analyse ne prend pas en compte les exportations d'électricité. Néanmoins les exportations se substituent à des énergies fossiles tel que le charbon dans un grand nombre de pays européens.

3.4.2 A l'échelle d'une année

La production photovoltaïque connaît une forte variabilité intra-annuelle de par la saisonnalité engendrant des variations importantes de température et d'ensoleillement, influant sur le rendement photovoltaïque.

Les facteurs diminuant le rendement sont les fortes chaleurs, la diminution des durées d'ensoleillement (hiver), et surtout la nébulosité. Bien que la pluie est souvent synonyme de nuages, elle permet également de nettoyer de manière naturelle les panneaux.

3.4.2.1 Exemples de centrales Luxel

Afin d'illustrer cette variation intra-annuelle, des courbes de production réelle sur deux centrales LUXEL en exploitation sont présentées par la suite. La centrale de Malicorne est située dans l'Allier (03) pour

une puissance de 3,82 MWc et la centrale d'Ille-sur-Têt dans le département des Pyrénées Orientales (66) pour une puissance de 11,09 MWc.

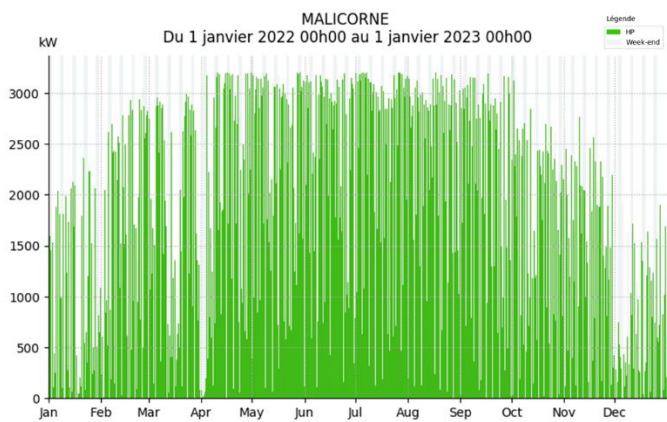


Figure 13 : Production sur l'année 2022 pour la centrale de Malicorne (01)

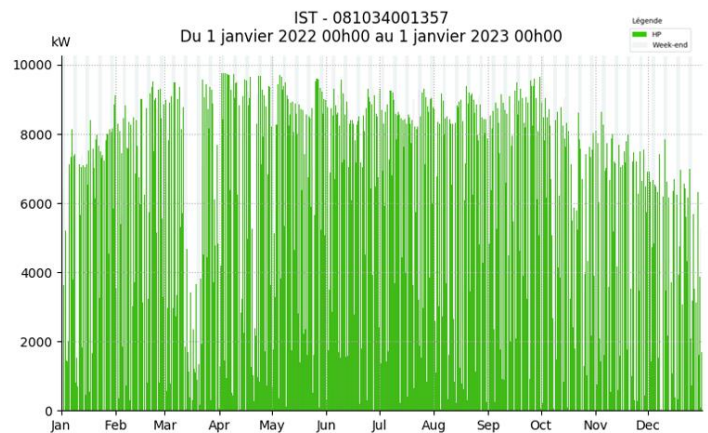


Figure 14 : Production sur l'année 2022 pour la centrale d'Ille-sur-Têt (66)

Les variations intra-annuelles sont visibles de manière plus importante dans le centre de la France (Malicorne) que dans le sud (Ille-sur-Têt). Les centrales ont le meilleur rendement entre mi-avril et octobre, ce qui couvre une grande période de l'année.

3.4.2.2 A l'échelle nationale

En termes de substitution d'énergie, l'énergie photovoltaïque a une importance plus faible dans le mix électrique pendant les périodes hivernales. Ceci est visible sur les données extraites d'éco2mix sur l'année 2020. Alors que la part de l'éolien est un peu plus élevée entre septembre et avril, la part du solaire est plus élevée entre avril et septembre à l'échelle nationale.

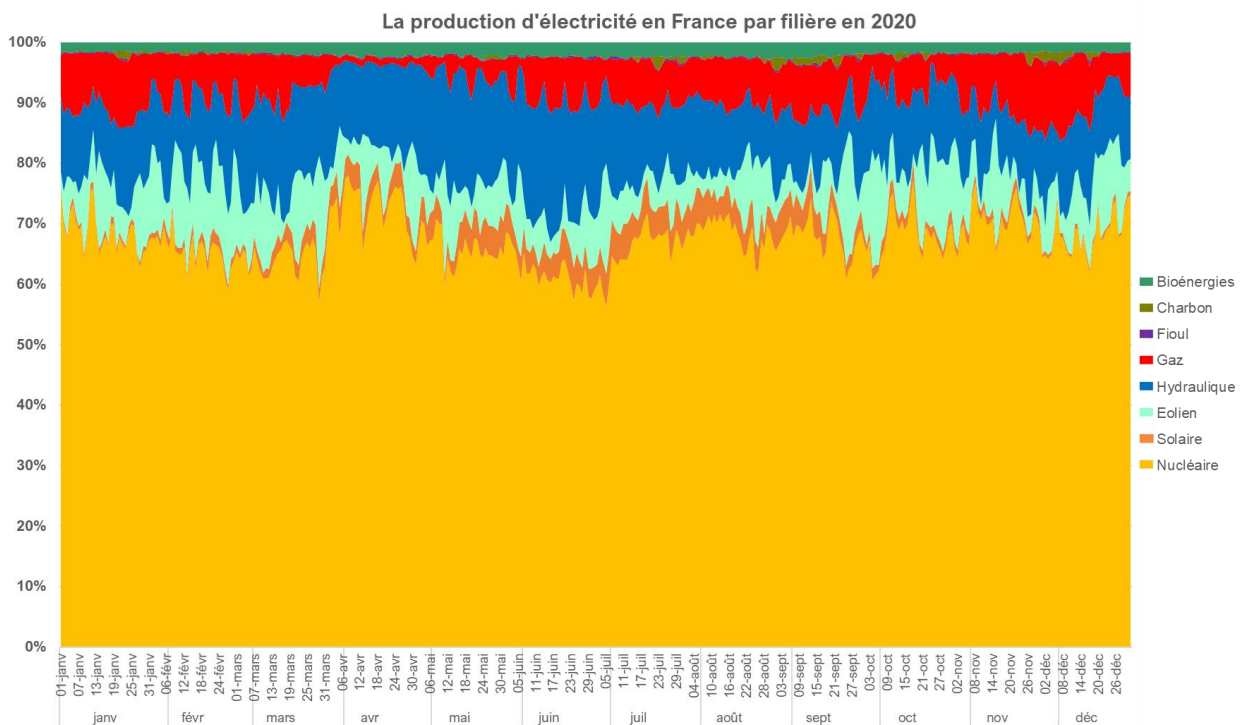


Figure 15 : La production d'électricité en France par filière en 2020 | Source : Luxel à partir des données brutes éco2mix

3.4.3 A l'échelle de la journée

A l'échelle de la journée, le photovoltaïque ne produit pas la nuit à la différence de l'éolien par exemple. Les journées étant plus longues en été qu'en hiver, la production est en général élevée les jours d'été. En revanche

Des courbes journalières sur la centrale d'Ille-sur-Têt sont présentées ci-dessous, montrant la courbe en cloche avec une production maximale autour de 12h30 l'hiver et autour de 14h l'été pour une journée ensoleillée.

L'été la plage horaire de production s'étale entre 7h30 et 21h alors qu'elle s'étale entre 8h30 et 17h l'hiver.

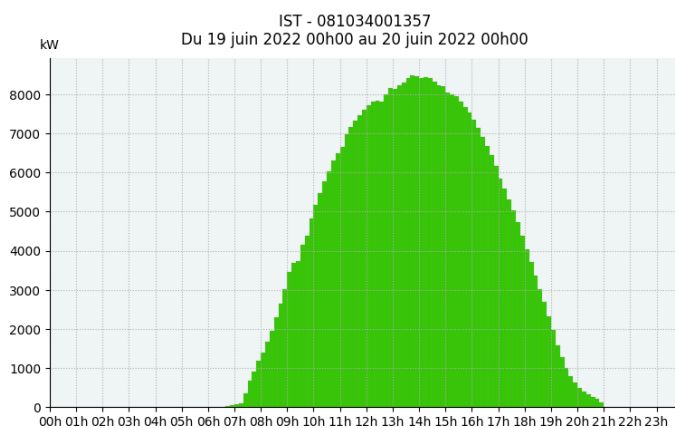


Figure 16 : Production journalière du 19/06/22 sur la centrale d'Ille-sur-Têt (66)

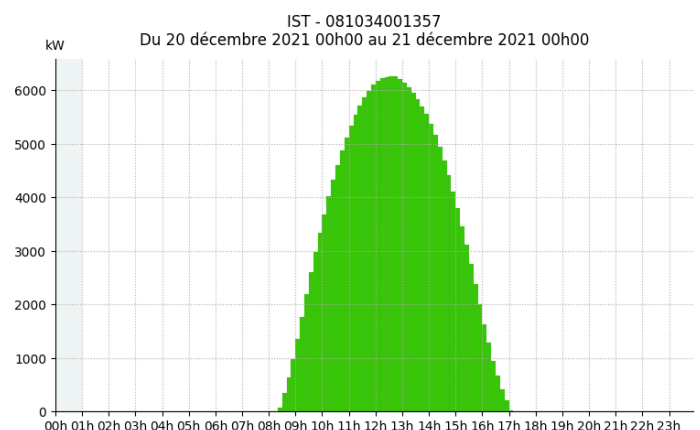


Figure 17 : Production journalière du 20/12/22 sur la centrale d'Ille-sur-Têt (66)

En terme de substitution d'énergie, le photovoltaïque ne peut donc se substituer à d'autres sources qu'aux heures de jour.

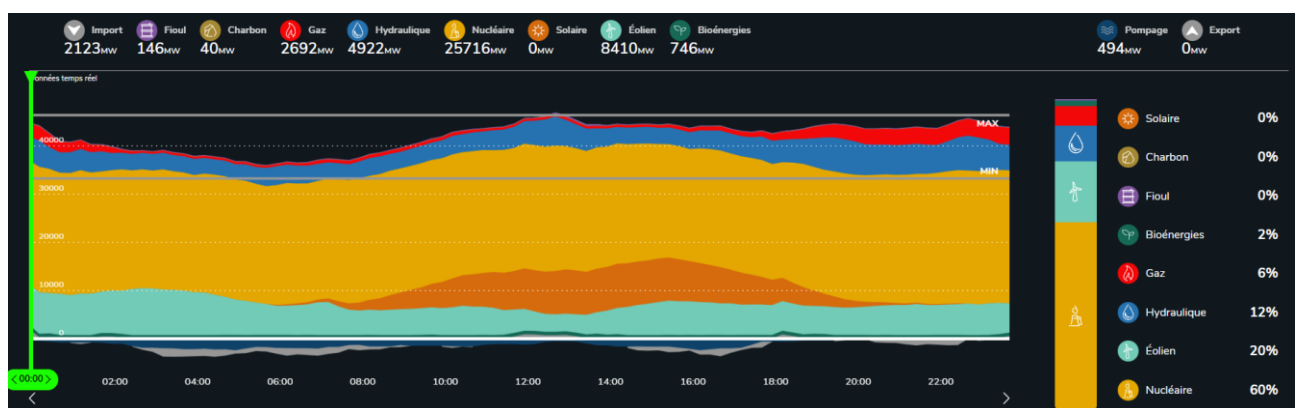


Figure 18 : Production électrique nationale par filière le 19/02/23 |Source : éco2mix

Pour cette même journée du 19 juin 2022, le photovoltaïque représentait 20% de la production électrique nationale entre 12h et 16h.

3.5 Un projet aux nombreux impacts positifs sur l'environnement

3.5.1 Réduction des émissions de gaz à effet de serre

La réduction des émissions de gaz à effet de serre a été détaillée dans les paragraphes précédents (3.2, 3.4), l'énergie photovoltaïque émettant bien moins de gaz à effet de serre que les énergies fossiles.

3.5.2 Impact paysager limité

L'impact paysager des centrales photovoltaïque est limité en comparaison des autres sources d'énergie. En effet, la hauteur est limitée à 3 m de hauteur et de nombreuses mesures paysagères peuvent être mises en place afin d'intégrer les centrales photovoltaïques au paysage environnant (maintien des masques de végétation, plantation de haie, brise-vue sur les clôtures, peintures des postes électriques etc.)

3.5.3 Artificialisation des sols limitée

Les seuls éléments d'une centrale photovoltaïque pouvant s'apparenter à une imperméabilisation des sols sont les locaux techniques, les voiries et les ancrages. Les panneaux n'étant pas jointifs, les eaux s'écoulent bien entre les panneaux. Cela représente donc une surface très faible au regard de la surface totale d'un site. Il s'agit donc d'une imperméabilisation très partielle, pouvant être qualifiée d'artificialisation mais qui n'est pas comparable à celle d'un lotissement, d'une zone commerciale ou industrielle.

Luxel favorise également les sites artificialisés ou dit « à moindre enjeu foncier » tel que les sites pollués, les délaissés d'aérodrome, d'autoroutes, anciennes carrières, anciennes décharges.

Enfin, un parc photovoltaïque est réversible et le terrain pourra retrouver une activité agricole (ou autre) après démantèlement du parc.

3.5.4 Absence de radiations ionisantes

Contrairement aux centrales nucléaires, les centrales photovoltaïques n'émettent pas de particules ionisantes, ni de déchets radioactifs.

3.5.5 Absence de terres rares

Luxel oriente son choix vers des modules cristallins, technologie éprouvée, rentable et moins consommatrice de surface pour une même production. Ce type de technologie n'utilise pas de terres rares (ces groupes de métaux utilisés notamment dans des smartphones dont l'extraction et le raffinage sont très polluants) contrairement à certaines idées reçues. Seule la technologie dite « couches minces » utilise des terres rares, et elle n'est jamais utilisée pour les centrales photovoltaïques Luxel.

3.5.6 Recyclage

En ce qui concerne les panneaux solaires, les matériaux sélectionnés pour la construction de la centrale photovoltaïque sont choisis en intégrant la problématique du recyclage pour la fin de l'exploitation du site. Ainsi, EDF Renouvelables et ses filiales veillent à s'approvisionner auprès de fabricants membres de SOREN, anciennement connu sous le nom de PV Cycle, qui s'engagent à procéder à la collecte et au retraitement des modules. Les installations de grande puissance font l'objet d'une commande directe au fabricant et sont donc clairement et aisément localisables.

La **part de matériaux recyclables** d'un panneau solaire photovoltaïque est de **94,7 %**. Une grande partie des constituants d'un panneau solaire ont ainsi une seconde vie. Le recyclage d'un panneau solaire cristallin est une technique parfaitement maîtrisée :

- Le verre (entre 65 et 75 % du volume) : Le verre est facilement recyclable à l'infini. On l'utilise pour faire de la fibre de verre, des produits d'isolation, ou encore des emballages en verre (pots et bocaux par exemple).
- L'aluminium : L'aluminium contenu dans le cadre est également recyclable à l'infini. Il est donc refondu pour constituer de nouveaux objets (canettes alimentaires par exemple).
- Le silicium : Le silicium quant à lui peut être réutilisé jusqu'à 4 fois : il est alors utilisé pour fabriquer de nouvelles cellules photovoltaïques ou est fondu et intégré dans un lingot. Matériau semi-conducteur très performant, les tranches de lingot de silicium sont ensuite utilisées dans la fabrication de tout type d'appareil électronique.
- Le cuivre et l'argent : Les éléments présents en plus petites quantités, comme le cuivre et l'argent ont besoin d'un traitement spécifique : ils sont séparés mécaniquement et chimiquement avant d'être fondus et réutilisés.
- Le plastique : Le plastique est le seul élément qui n'est pour l'heure pas recyclé. Il est valorisé en combustible de récupération pour cimenterie.

3.5.7 Synergie avec l'agriculture

Les centrales Luxel en font déjà l'expérience, en effet environ 90% des centrales en exploitation font l'objet de partenariat avec des éleveurs ovins pour l'entretien des centrales. Ces partenariats offrent des terres à des éleveurs et des sites sécurisés pour leur troupeau.

Dans un climat de plus en plus touché par les sécheresses, les panneaux permettent également de limiter l'irrigation et de préserver la ressource en eau.

Le développement de l'agrivoltaïsme, qui est inclus dans la loi pour l'accélération des énergies renouvelables, permettra de mettre en place de nouvelles synergies avec différents type d'agriculture (élevage ovin, élevage bovin, cultures céréalières, cultures d'herbes aromatiques, cultures maraichères etc.).

L'Ae recommande de produire un bilan sur l'évolution de la biodiversité sous les panneaux photovoltaïques sur la base de l'analyse des installations des parcs existants de LUXEL.

3.6 Retours d'expériences avifaune

Les paragraphes suivants présentés par la suite sont des extraits de suivis naturalistes sur des centrales EDF Renouvelables et Luxel en exploitation pour les espèces à enjeu les plus fréquemment rencontrées dans les inventaires naturalistes pendant les phases d'études.

Sur le site de Vouillers trois de ces espèces ont un enjeu modéré : le **Bruant jaune**, le **Chardonneret élégant** et la **Linotte mélodieuse**.

3.6.1 Toul-Rosières (54)

Depuis 2010, le cortège avifaunistique s'est maintenu et tend même vers une augmentation de la diversité spécifique. Le recensement de l'avifaune par la méthode des IPA a permis de recenser 178,5 couples appartenant à 51 espèces d'oiseaux. Au total, ce sont 68 espèces qui ont été recensées, dont 57 sont protégées et 28 considérées comme patrimoniales (5 de ces espèces patrimoniales ont été contactées, mais ne sont pas nicheuses sur le site).

Le cortège des espèces patrimoniales nicheuses reste stable. La diversité avifaunistique est stable par rapport à 2016 (68 espèces), et en augmentation globale depuis le début du suivi (10 espèces de plus qu'en 2010). Les espèces emblématiques, l'**Alouette Lulu** et **Pie-grièche écorcheur** ont des effectifs en augmentation sur le site depuis 2010.

3.6.1.1 Reproduction

Tableau 9 : Espèces d'oiseaux recensés en période de nidification et statuts

Nom français	Nom scientifique	Protection (Arrêté 29/10/2009)	Directive Oiseaux annexe 1	Liste rouge France nicheur	ZNIEFF	Cortège	Statut sur le site
Alouette lulu	<i>Lullula arborea</i>	X	x	LC ³	3 ⁴	Bocage	Nicheur probable
Pie-grièche écorcheur	<i>Lanius collurio</i>	X	x	NT	3	Buissonnant	Nicheur probable
Pic mar	<i>Dendrocopos medius</i>	X	x	LC	3	Forestier	Nicheur probable
Pic noir	<i>Dryocopus martius</i>	X	x	LC	3	Forestier	Nicheur possible
Tourterelle des bois	<i>Streptopelia turtur</i>	-	-	VU		Forestier	Nicheur probable
Moineau friquet	<i>Passer montanus</i>	X	-	EN	-	Buissonnant	Nicheur possible
Milan noir	<i>Milvus migrans</i>	X	x	LC	3		Non nicheur
Milan royal	<i>Milvus milvus</i>	X	x	VU	2		Non nicheur
Pipit farlouse	<i>Anthus pratensis</i>	X	-	VU	3		Non nicheur
Bouvreuil pivoine	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	X	-	VU	3	Forestier	Nicheur probable
Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i>	X	-	VU		Boisement clair	Nicheur probable
Linotte mélodieuse	<i>Carduelis cannabina</i>	X	-	VU	3	Bocage	Nicheur probable
Mésange boréale	<i>Parus montanus</i>	X	-	VU		Forestier	Nicheur possible
Verdier d'Europe	<i>Chloris chloris</i>	X	-	VU		Forestier	Nicheur probable
Bruant jaune	<i>Emberiza citrinella</i>	X	-	NT		Buissonnant	Nicheur probable
Busard des roseaux	<i>Circus aeruginosus</i>	X	-	NT	2		Non nicheur
Pouillot fitis	<i>Phylloscopus trochilus</i>	X	-	NT		Boisement clair	Nicheur probable
Pouillot siffleur	<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	X	-	NT	3	Forestier	Nicheur probable
Martinet noir	<i>Apus apus</i>	X	-	NT		Anthropique	Nicheur probable
Locustelle tachetée	<i>Locustella naevia</i>	X	-	NT	3	Buissonnant	Nicheur possible
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	-	-	NT		Bocage	Nicheur probable
Tarier pâtre	<i>Saxicola rubicola</i>	X	-	LC	3	Bocage	Nicheur probable
Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	X	-	LC	2	Bocage	Nicheur probable
Faucon hobereau	<i>Falco vespertinus</i>	X	-	LC	2	Bocage	Non nicheur
Petit gravelot	<i>Charadrius dubius</i>	X	-	LC	3	Anthropique	Nicheur probable
Rougequeue à front blanc	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	X	-	LC	3	Boisement clair	Nicheur probable
Caille des blés	<i>Coturnix coturnix</i>	-	-	LC	3	Bocage	Nicheur possible
Perdrix grise	<i>Perdix perdix</i>	-	-	LC	3	Bocage	Nicheur possible

Le cortège des milieux buissonnants est représenté par environ huit espèces dont trois sont considérées comme patrimoniales. Le maintien des haies et de buissons, notamment en bordure de la centrale favorise des espèces telles que la Pie-grièche écorcheur, le Bruant jaune, le Moineau friquet.

Bruant jaune : L'espèce est bien représentée au sein de la centrale photovoltaïque de Toul-rosières puisqu'une dizaine de couples de l'espèce y sont présents (Carte 8) en 2017.

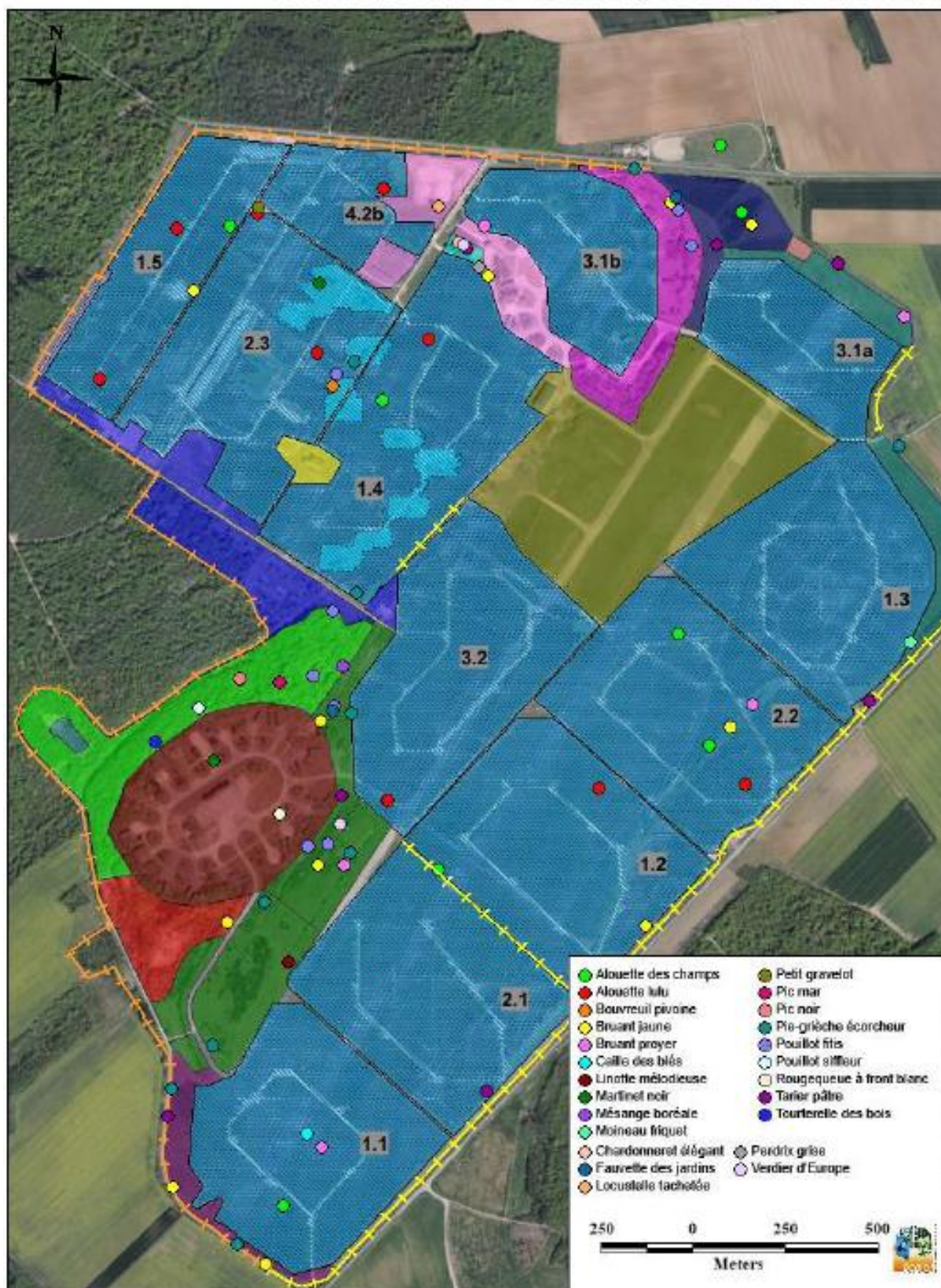
Chardonneret élégant : Au moins deux couples sont présents en période de reproduction sur la centrale photovoltaïque de Toul-Rosière. En période d'hivernage, des colonies sont régulièrement observées.

Linotte mélodieuse : Au sein de la centrale photovoltaïque de Toul-Rosières, l'espèce est représentée par environ 2 couples tout comme en 2016.

Pie grièche écorcheur : La population de Pie-grièche écorcheur présente sur le site de la centrale photovoltaïque de Toul-Rosières apparaît en augmentation depuis 2010. Depuis 2016 elle tend à se stabiliser autour d'une dizaine de couples. En effet, la population a été estimée en 2010 entre 3 et 5 couples contre 4 à 6 couples en 2013. En 2014 et 2015 il est également estimé qu'environ 4 à 6 couples nichent au sein de la centrale photovoltaïque. En 2016, ce sont environ 10 couples qui ont été recensés de même qu'en 2017 (environ 9 couples).

LOCALISATION DES ESPECES PATRIMONIALES

CENTRALE PHOTOVOLTAÏQUE DE TOUL-ROSIÈRES



3.6.1.2 Migration

Espèces	Effectifs	%
Pinson des arbres	562	60,95
Alouette des champs	106	11,50
Chardonneret élégant	80	8,68
Pipit farlouse	80	8,68
Bergeronnette grise	65	7,05
Bruant proyer	10	1,08
Etourneau sansonnet	7	0,76
Pigeon ramier	5	0,54
Bruant jaune	3	0,33
Verdier d'Europe	3	0,33
Milan royal	1	0,11
Total général	922	100

3.6.1.3 Hivernants

On note dans les milieux prairiaux la présence de la Linotte mélodieuse ainsi que du Chardonneret élégant.

Tableau 13 : Espèces d'oiseaux hivernants

Espèce	Nom scientifique	Protection
Milieux prairiaux		
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	
Bruant jaune	<i>Emberiza citrinella</i>	X
Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	X
Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i>	X
Cornille noire	<i>Corvus corone</i>	
Etourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	
Faisan de colchide	<i>Phasianus colchicus</i>	
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	X
Merle noir	<i>Turdus merula</i>	X
Mésange bleue	<i>Cyanistes caeruleus</i>	X
Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>	X
Pic épeiche	<i>Dendrocopos major</i>	X
Pigeon colombin	<i>Columba oenas</i>	
Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	X
Grand cormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>	
Rougegorge familier	<i>Erithacus rubecula</i>	
Total		16
Pelouses calcaïres/Aire à feu		
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	
Bouvreuil pivoine	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	X
Bruant jaune	<i>Emberiza citrinella</i>	X
Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	X
Cornille noire	<i>Corvus corone</i>	
Geai des chênes	<i>Garrulus glandarius</i>	
Grive litorne	<i>Turdus pilaris</i>	X
Linotte mélodieuse	<i>Carduelis cannabina</i>	X
Merle noir	<i>Turdus merula</i>	X
Mésange à longue queue	<i>Aegithalos caudatus</i>	X
Mésange bleue	<i>Cyanistes caeruleus</i>	X
Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>	X
Pinson des arbres	<i>Anthus trivialis</i>	X
Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	X
Roitelet huppé	<i>Regulus regulus</i>	X
Troglodyte mignon	<i>Troglodytes troglodytes</i>	X
Tourterelle turque	<i>Streptopelia decaocto</i>	
Sittelle torchepot	<i>Sitta europaea</i>	X
Total		18
Boisements		
Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	X
Bouvreuil pivoine	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	X

Espèce	Nom scientifique	Protection
Milieux prairiaux		
Cornille noire	<i>Corvus corone</i>	
Geai des chênes	<i>Garrulus glandarius</i>	
Grimpeur des jardins	<i>Certhia brachydactyla</i>	X
Merle noir	<i>Turdus merula</i>	
Mésange à longue queue	<i>Aegithalos caudatus</i>	X
Mésange bleue	<i>Cyanistes caeruleus</i>	X
Mésange boréale	<i>Poecile montanus</i>	X
Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>	X
Mésange nonnette	<i>Poecile palustris</i>	X
Pi épeiche	<i>Dendrocopos major</i>	X
Pic noir	<i>Dryocopus martius</i>	X
Pic vert	<i>Picus viridis</i>	X
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	
Pinson des arbres	<i>Anthus vulgaris</i>	X
Rougegorge familier	<i>Erithacus rubecula</i>	X
Sittelle torchepot	<i>Sitta europaea</i>	X
Troglodyte mignon	<i>Troglodytes troglodytes</i>	X
Grive litorne	<i>Turdus pilaris</i>	
Grive draine	<i>Turdus viscivorus</i>	
Total		21
Avrainville		
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>	X
Bouvreuil pivoine	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	X
Bruant jaune	<i>Emberiza citrinella</i>	X
Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i>	X
Cornille noire	<i>Corvus corone</i>	
Etourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	
Geai des chênes	<i>Garrulus glandarius</i>	
Grive draine	<i>Turdus viscivorus</i>	
Linotte mélodieuse	<i>Carduelis cannabina</i>	X
Merle noir	<i>Turdus merula</i>	X
Mésange à longue queue	<i>Aegithalos caudatus</i>	X
Mésange bleue	<i>Cyanistes caeruleus</i>	X
Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>	X
Pic vert	<i>Picus viridis</i>	X
Pi épeiche	<i>Dendrocopos major</i>	X
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	
Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	X

3.6.2 Ille-sur-Têt (66)

Le site accueille une forte densité de quelques espèces : Bruant proyer, Fauvette mélanocéphale, **Linotte mélodieuse**, Rossignol philomèle et Tourterelle des Bois.

On observe une augmentation significative de la population d'**Alouette Lulu**, de Fauvette orphée, de Pie-grièche à tête rousse, de Pipit rousseline et de Perdrix rouge.

Il est à noter, l'installation en deux points du Bruant ortolan, espèce patrimoniale, non observée dans le cadre de l'étude d'impact.

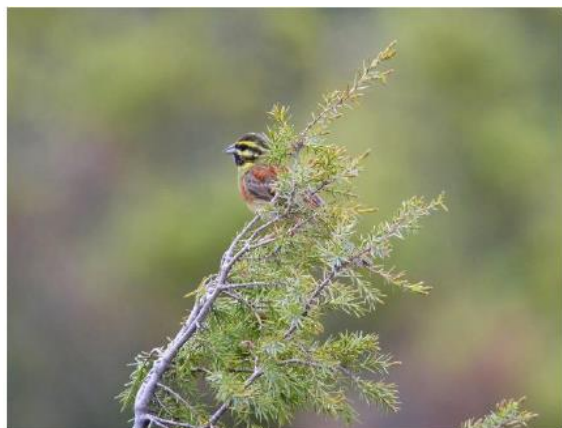
A l'image de ces espèces on peut considérer que les autres espèces patrimoniales, **Alouette Lulu**, Fauvette orphée, **Linotte mélodieuse**, Pie-grièche à tête rousse et Pipit rousseline, ont bénéficié de l'ouverture importante de milieu liée à la bande débroussaillée de 50 m autour de la centrale photovoltaïque.

[...]

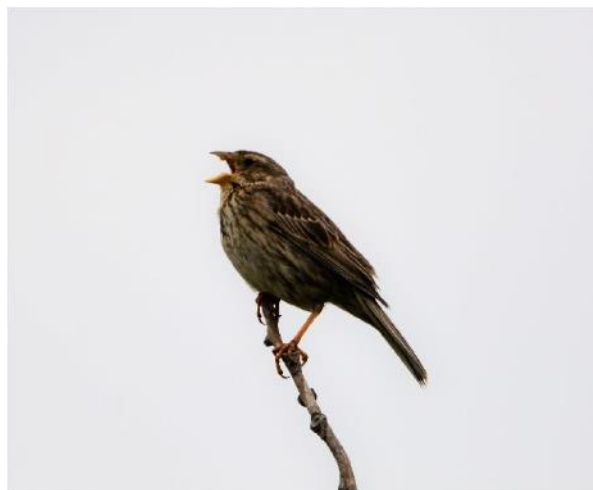
Toutefois, la végétation présente sous les panneaux photovoltaïques n'est attractive que pour quelques espèces, essentiellement en gainage, dont l'**Alouette Lulu**, le Bruant proyer, la **Linotte mélodieuse**, la Perdrix rouge et la Tourterelle des bois.



☞ Photographies 1 & 2 : Grive draine et Tourterelles des bois



☞ Photographies 3 & 4 : Bruant zizi et Perdrix rouges



☞ Photographies 5 & 6 : Fauvette à tête noire et Bruant proyer



☞ Photographies 7 & 8 : Pie-grièche à tête rouge et Allouette lulu

3.6.3 Hauterive (03)

Dans le cadre des prospections menées en juin 2019, un nid garni a été observé au sol en début d'un inter-rang localisée en partie ouest du parc photovoltaïque, non loin de la zone de présence d'un couple de Tarier pâtre. Le comportement observé de ce couple (cris de détresse et comportements territoriaux) laisse présager une reproduction probable de cette espèce sur le site.



Emplacement du nid garni observé en juin 2019

En 2020 tout comme en 2019, seuls le Tarier pâtre et le **Chardonneret élégant** ont pu être recensés sur ou en marge du parc photovoltaïque et sont susceptibles de continuer à fréquenter les milieux en présence dans l'enceinte clôturée (reproduction possible pour le Tarier pâtre et alimentation pour le **Chardonneret élégant**).

[...]

Un individu mâle de **Pie-grièche écorcheur** a été observé en stationnement sur la clôture sud du parc puis sur des buissons en marge. L'espèce utilise potentiellement le site pour son alimentation. Le Tarier pâtre, déjà recensé en 2019 a cette année été observé en stationnement au sein même du parc, confirmant son utilisation du site pour son alimentation et sa reproduction potentielle.



Individus de Pie-grièche écorcheur, Tarier pâtre et Buse variable observées au sein du parc photovoltaïque

En 2021, parmi les espèces s'alimentant sur le site, plusieurs présentent un état de conservation dégradé à l'échelle nationale et/ou régionale :

Le **Chardonneret élégant** (*Carduelis carduelis*), considéré comme « vulnérable » à l'échelle nationale et « quasiment menacé » en Auvergne.

L'hirondelle rustique (*Hirundo rustica*) considérée comme « quasiment menacée » aux niveau

national et régional

La **Linotte mélodieuse** (*Carduelis cannabina*), considérée comme « vulnérable » à l'échelle nationale et « quasiment menacée » en Auvergne.

Le martinet noir (*Apus apus*) considéré comme « quasiment menacé » au niveau national

Le milan noir (*Milvus migrans*) inscrit à l'annexe I de la Directive « Oiseaux » et déterminant ZNIEFF en Auvergne

La tourterelle des bois (*Streptopelia turtur*) considérée comme « Vulnérable » aux niveaux national et régional.

Le verdier d'Europe (*Chloris chloris*) considéré comme « vulnérable » au niveau national

En 2021 tout comme en 2019 et 2020, le **Tarier pâtre** et le **Chardonneret élégant** ont pu être recensés sur ou en marge du parc photovoltaïque et sont susceptibles de continuer à fréquenter les milieux en présence dans l'enceinte clôturée (reproduction possible pour le **Tarier pâtre** et alimentation pour le **Chardonneret élégant**). Deux nouvelles espèces recensées en 2021 et ayant été recensées à l'état initial ont été observées en marge du parc : la tourterelle des bois et le verdier d'Europe. Ces deux espèces sont susceptibles d'utiliser les habitats herbacés du parc pour leur alimentation.



Mâle et femelle de tarier pâtre observés au sein du parc et milan noir en chasse au-dessus du parc

En 2022, tout comme depuis la mise en exploitation du parc, le **Tarier pâtre** et le **Chardonneret élégant** ont pu être recensés sur ou en marge du parc photovoltaïque et sont susceptibles de continuer à fréquenter les milieux en présence dans l'enceinte clôturée (reproduction possible pour le **Tarier pâtre** et alimentation pour le **Chardonneret élégant**).

[...]

Au regard des milieux naturels occupant le site (friches prairiales et prairies humides) et de la conservation du réseau de haies en marge du parc, les autres espèces d'intérêt patrimonial recensées en 2012, bien que non recensées en 2019, 2020 et 2021, sont susceptibles de continuer à fréquenter le site, que ce soit pour la reproduction (**Alouette Lulu**) ou pour l'alimentation (**Bruant jaune**).



Femelle de tarier pâtre observée au sein du parc

3.6.4 Thézan-des-Corbières (11)



Pie-grièche à tête rousse



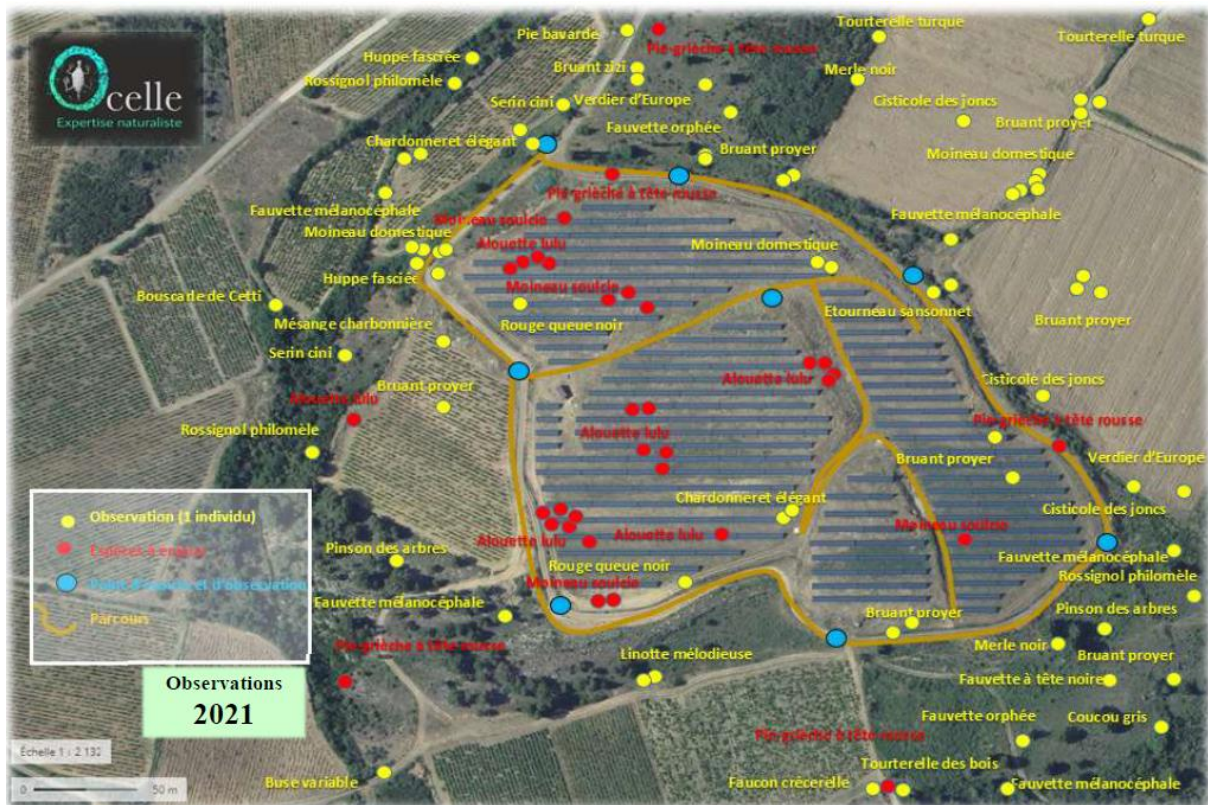
Alouette lulu

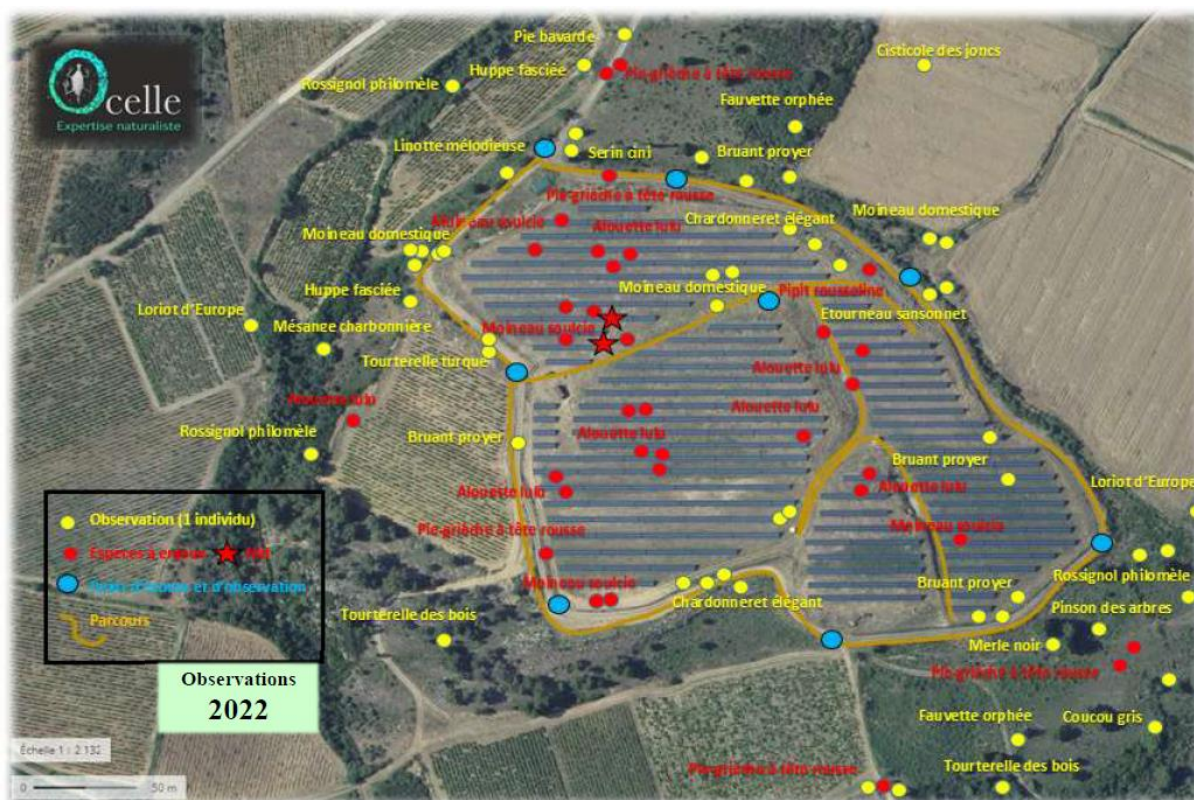


Moineau soulcie à la sortie du nid

AVIFAUNE														
Espèce	Considération européenne	Statut de protection national	Listes rouges*	Habitat de prédilection	Phase projet (EI)	Phase exploitation						Observations spécifiques		
						emprise			hors emprise			2020	2021	2022
						2020	2021	2022	2020	2021	2022			
Alouette lulu <i>Lullula arborea</i>	Population Stable Annexe 1	Article 3	LC	Milieux ouverts	X	X	X	X	X	X	X	Au moins 5 individus différents observés sur l'emprise. Espèce très probablement nicheuse au sein du parc. <i>Habitat du site très favorable à la nidification et à l'alimentation</i>	Au moins 7 individus différents observés sur l'emprise. Espèce très probablement nicheuse au sein du parc. <i>Habitat du site très favorable à la nidification et à l'alimentation</i>	Au moins 8 individus différents observés sur l'emprise. Espèce très probablement nicheuse au sein du parc. <i>Habitat du site très favorable à la nidification et à l'alimentation</i>
Chardonneret élégant <i>Carduelis carduelis</i>	Population en déclin	Article 3	VU en France et en LR	Milieux arbusifs Milieux ouverts	X	X	X	X	X	X	X	S'alimente sur l'emprise (chardons) <i>Habitat du site : - défavorable à la nidification - favorable à l'alimentation</i>		
Linotte mélodieuse <i>Carduelis cannabina</i>	Population en déclin	Article 3	VU en France	Milieux arbusifs Milieux ouverts		X			X	X	X	<i>Habitat du site : - défavorable à la nidification - favorable à l'alimentation</i>		

Deux couples de **Linotte mélodieuse** ont été inventoriés en 2020 alors qu'ils n'avaient pas été contactés en 2010.





3.6.5 Valensole (04)

Sur la centrale photovoltaïque de Catalany sur la commune de Valensole (04), mise en service depuis 2012, le bilan sur l'avifaune montre que :

Plusieurs espèces patrimoniales ont été nouvellement contactées sur la zone d'étude : Rollier d'Europe, Pie-arièche écorcheur, Moineau soulcie et Petit-duc Scops.

Certaines espèces (Alouette Lulu et Pipit rousseline) ont profité de l'ouverture des milieux tandis que d'autres (Fauvette pitchou) ont vu leurs effectifs décliner de manière importante, sans totalement disparaître.

Les effectifs nicheurs de l'Alouette Lulu et du Pipit rousseline sont en diminution dans la zone APPB. Cela peut s'expliquer par une pression de pâturage trop forte, entraînant une diminution du couvert herbacé (zone de nidification) et un appauvrissement de la ressource alimentaire disponible. A contrario, les effectifs au sein de la zone « Centrale photovoltaïque » semblent plus stables (gestion différente des bandes interstitiels).

La zone centrale reste attractive pour de nombreuses espèces macro-insectivores qui viennent se nourrir dans les bandes enherbées (Pie-grièche méridionale, Huppe fasciée).



Guêpier d'Europe (*Merops apiaster*) en dortoir sur le grillage du parc photovoltaïque au niveau de la zone 2



Perdrix rouge (*Alectoris rufa*) perchée sur un panneau solaire pour chanter



Roulier d'Europe (*Coracias garulus*) à l'affût depuis un panneau solaire



Une Pie Bavarde (*Pica pica*) et une Buse variable (*Buteo buteo*) perchées sur un panneau solaire.

Photographies prises au sein de la centrale solaire à Saint-Marcel-sur-Aude (11) illustrant la fréquentation du site par l'avifaune

3.6.6 Blauvac (84)

2014 ou 2017 : mâle (1 individu, probablement migrateur au Nord-Ouest du Parc 1 de Blauvac)

Notons la présence d'Alouette Lulu dans le parc, d'une Pie-grièche écorcheur migratrice au nord-ouest du Parc 1 et d'un Circaète en vol.

3.6.7 Gabardan (40)

En 2017, une Pie-grièche écorcheur a été notée dans le secteur de la plateforme d'observation (statut migrateur). Cette espèce, laquelle avait été un temps considérée comme nicheuse potentielle, n'avait pas été notée depuis le début du suivi.