

POUR UN PROJET PHOTOVOLTAÏQUE FLOTTANT CONCERTÉ ET RÉUSSI

Guide référentiel

Avec l'appui technique de :





Carole DELGA

Présidente de la Région Occitanie

Un nouvel allié face à l'urgence climatique

Grace à un ensoleillement important, ses nombreuses étendues d'eau et sa façade littorale, la région Occitanie représente une terre d'accueil stratégique en France pour le développement du photovoltaïque flottant.

Le défi auquel notre territoire travaille quotidiennement est connu : devenir la première région à énergie positive d'Europe à l'horizon 2050. Pour y parvenir, nous devons notamment multiplier par quatre, dès 2030, la puissance photovoltaïque installée. Avec son potentiel brut de développement de 1GW localement, cette filière naissante apparaît comme une brique importante dans la transition énergétique régionale.

Son développement s'inscrit également dans un contexte de forte demande en énergie bas carbone et d'expansion du solaire, entraînant de potentiels conflits entre nos deux grands défis écologiques : la préservation des terres agricoles et la production d'énergie décarbonée. Face à ces enjeux, le photovoltaïque flottant constitue une solution vers une meilleure acceptabilité du développement des énergies renouvelables.

Ce guide du photovoltaïque flottant, réalisé par la Région Occitanie et son Agence Régionale de l'Énergie et du Climat (AREC), regroupe l'ensemble des modalités réglementaires, techniques et économiques pour vous aider à mener à bien votre projet et contribuer à la transition énergétique de notre territoire. Il vous informe notamment sur les outils pour renforcer l'appropriation locale des projets et évaluer les enjeux environnementaux et paysagers.

Nous pouvons compter, en Occitanie, sur des écosystèmes innovants d'industrie et de recherche, comme ceux de l'éolien en mer et de l'hydrogène vert. Le photovoltaïque flottant est amené à prendre sa place parmi les solutions à déployer.

Des dynamiques territoriales fortes et engagées sont à l'œuvre. Avec une réelle volonté de tous les acteurs et partenaires de projets de "faire pack", je vous invite à vous saisir de ce guide pour rejoindre notre action commune au service de la souveraineté énergétique de notre région.

SOMMAIRE

Introduction	4
Contexte de la filière photovoltaïque	4
La filière photovoltaïque nationale	4
La filière photovoltaïque régionale	4
Objectifs du Guide	5
La méthodologie de l'étude du photovoltaïque flottant en Occitanie	6
I. Qu'est-ce que le photovoltaïque flottant ?	7
1. Les technologies disponibles pour développer la filière du photovoltaïque flottant	7
1.1. Les principes technologiques d'une centrale photovoltaïque flottante	7
1.2. Quelques composants d'une centrale photovoltaïque flottante	8
1.3. Les avantages/inconvénients de l'installation et la maintenance des panneaux photovoltaïques flottants	9
2. Le photovoltaïque flottant contribue aux objectifs de transition énergétique	9
II. Le projet photovoltaïque flottant : volets réglementaire, économique et environnemental	10
1. Les modalités réglementaires et les risques d'un projet photovoltaïque flottant	10
1.1. Les modalités réglementaires du photovoltaïque flottant	10
1.2. Les risques de la filière du photovoltaïque flottant	12
2. Les caractéristiques économiques du photovoltaïque flottant	13
2.1. Les atouts économiques du photovoltaïque flottant	14
2.2. Les enjeux économiques autour du projet photovoltaïque flottant	14
3. Les modalités environnementale, paysagère et l'acceptabilité du projet photovoltaïque flottant	14
3.1. Impacts sur l'environnement et sur la biodiversité du photovoltaïque flottant	15
3.2. Acceptabilité des projets photovoltaïque flottant	16
III. Le photovoltaïque flottant : analyse de la filière et du potentiel en Occitanie	17
1. Les caractéristiques favorables au déploiement de parcs photovoltaïques flottants	17
2. Méthodologie de l'analyse de potentiel	17
3. Hypothèses de l'analyse de potentiel	18
3.1. Le type de plan d'eau	19
3.2. Le taux de couverture d'un plan d'eau	19
3.3. La surface d'un projet	19
3.4. Les contraintes environnementales	19
4. Le potentiel de développement du photovoltaïque flottant en Occitanie	20
Conclusion	21
Bibliographie	22
Annexes	23
Liste des types de plan d'eau	23
Les entretiens pour l'étude de filière	24
Liste des acronymes	25

INTRODUCTION

Contexte de la filière photovoltaïque

L'énergie photovoltaïque est une source d'énergie renouvelable. Elle désigne l'énergie récupérée par des panneaux solaires pour la transformer en électricité. L'électricité photovoltaïque est produite à partir d'une technologie permettant de convertir l'énergie solaire (photons) en énergie électrique.

La quantité d'énergie produite s'exprime en watt-heure et dépend de la puissance du panneau (exprimée en Watt crête -Wc) et du rayonnement solaire qu'il reçoit sur sa surface.

La filière photovoltaïque nationale

Dans le cadre de sa stratégie énergétique nationale, l'Etat soutient activement le développement de la filière du solaire photovoltaïque.

En 2016, cette source d'énergie représentait une puissance de 7,1 GW en France (métropole continentale et les zones dites non interconnectées¹ (ZNI)). Les Programmations Pluriannuelles de l'Energie (PPE) – outils de pilotage de la politique énergétique – partageaient alors un objectif national de production de 10,2 GW de puissance installée en 2018 et une fourchette pour 2023 située entre 18,2 et 20,2 GW.

La filière photovoltaïque s'est développée à une échelle et un rythme différent selon les territoires. Nous pouvons par exemple faire le constat d'une multiplication des projets dans les régions les plus ensoleillées du sud de la France (Occitanie, PACA, Nouvelle Aquitaine)², ou sur les régions avec un grand réservoir de friches industrielles (Auvergne, Grand Est ...)³. Tandis que certains territoires ont pris du retard sur leurs objectifs de développement inscrits dans la feuille de route énergétique nationale.

La filière photovoltaïque est composée de plusieurs types d'installation, allant du projet de photovoltaïque au sol, en toiture, en ombrière (sur toiture de parking), en co-développement avec des projets agricoles (agri-photovoltaïsme) ou du photovoltaïque flottant. Alors que les ambitions françaises en matière de production photovoltaïque devraient être revues à la hausse dans la prochaine PPE, les acteurs du photovoltaïque cherchent de nouvelles voies pour développer cette énergie.

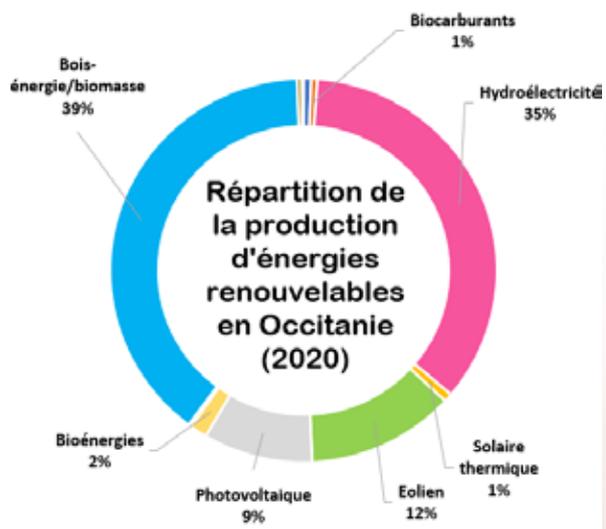
Le photovoltaïque flottant pourrait participer et accélérer le développement de la filière photovoltaïque afin de respecter les objectifs énergétiques de la PPE et des ambitions climatiques partagées lors de l'Accord de Paris.

La filière photovoltaïque régionale

En 2016, la région Occitanie a pris l'engagement de devenir Région à Energie Positive (REPOS) à l'horizon 2050. Une Région à énergie positive est un territoire dont les besoins en énergie sont entièrement couverts par les énergies renouvelables (bois-énergie, hydro-électricité, éolien, solaire thermique, géothermie, méthanisation, photovoltaïque...). Actuellement ces énergies couvrent 19% de la consommation d'énergie sur le périmètre régional. Devenir une Région à énergie positive nécessite de :

- réduire les consommations d'énergie par la sobriété et l'efficacité énergétique ;
- couvrir 100% des consommations par la production d'énergies renouvelables locales.

En 2020, l'Observatoire Régional de l'Energie en Occitanie (OREO) a donné la répartition de la production d'EnR sur la région. Le mix énergétique renouvelable est séparé entre le bois-énergie/biomasse (39%), l'hydro-électricité (35%), l'éolien (12%), le photovoltaïque (9 %), etc...



Source : Observatoire Régional de l'Energie d'Occitanie (OREO)

¹ La Corse, la Réunion, la Guyane, la Martinique, la Guadeloupe, Wallis et Futuna et Saint-Pierre et Miquelon.

² La production d'énergie d'origine photovoltaïque en 2018, en Occitanie : 2581 GWh, en PACA : 1920 GWh et en Nouvelle Aquitaine : 3311 GWh.

³ La production d'énergie d'origine photovoltaïque en 2018 dans le Grand Est : 999 GWh et en Auvergne : 1251 GWh.

La Région Occitanie a inscrit dans son scénario « REPOS » des objectifs ambitieux pour l'énergie photovoltaïque et envisage un scénario d'évolution incrémentale de la puissance installée, avec une multiplication par 4 d'ici 2030 et par 8 en 2050 :

- 2010 : 1300 MW ;
- 2020 : 2700 MW ;
- 2030 : 6300 MW ;
- 2050 : 15 000 MW.

Cet accroissement s'appuie sur des facteurs de progression favorables tels qu'une spectaculaire baisse des coûts sur les dernières années et la possibilité de mettre en place des installations qui peuvent aller de quelques m² jusqu'à plusieurs hectares. Ce développement ne doit cependant pas s'effectuer au détriment des terres à valeur agronomique ou de la biodiversité. Il privilégiera les implantations en toitures et dans les espaces impropres à d'autres usages.

La réalisation de ce guide part du constat que pour respecter les objectifs partagés dans le **scénario REPOS**, l'installation de projet photovoltaïque passera également par l'étude de nouveaux types de fonciers et de nouvelles modalités d'implantation.

En savoir +



Scénario 2019
RÉGION À ÉNERGIE POSITIVE

www.laregion.fr/IMG/pdf/v2-repos_brochure-a4_dec2019.pdf

L'Occitanie est un territoire hautement stratégique pour le développement de projets de photovoltaïque flottant par ses caractéristiques géographiques, son niveau d'ensoleillement et sa forte volonté illustrée par les objectifs REPOS. De plus, la région est à cheval sur 3 grands bassins versants : Adour-Garonne, Rhône Méditerranée et Loire Bretagne, elle est recouverte par de nombreuses étendues d'eau. Au total ce sont **74 000 km de cours d'eau** qui traversent l'Occitanie, avec 35 500 zones humides et 40 000 hectares de lagunes méditerranéennes.

En savoir +



laregion.fr/-Eau-en-Occitanie-



© Lecarpentier Lydie - Région Occitanie

Objectifs du guide

L'objectif de ce guide est de faire un état des lieux et partager les modalités de développement de la filière du photovoltaïque flottant en Occitanie.

La filière photovoltaïque flottant pourrait permettre de répondre en partie à de nombreux enjeux régionaux énergétiques, économiques ou environnementaux. Dans son guide, « Where Sun Meets Water: Floating Solar Handbook for Practitioners | ESMAP », la Banque Mondiale⁴ évalue son potentiel à hauteur de 400 GW de production installée à l'échelle de la planète.

Sur le territoire national, cette donnée se situerait autour de 10 GW⁵, alors que le potentiel à l'échelle

régionale est à mettre en perspective avec les objectifs REPOS et à additionner avec les potentiels des autres marchés d'applications du photovoltaïque.

Ce guide vise à informer et acculturer les collectivités et les porteurs de projet sur les modalités réglementaires, économiques, environnementales et d'acceptabilité d'un projet photovoltaïque flottant, afin qu'ils puissent comprendre et prendre part au développement de cette filière.

La méthodologie de l'étude du photovoltaïque flottant en Occitanie

L'étude du photovoltaïque flottant en Occitanie s'est construite en plusieurs étapes :

Phase 1	Par une recherche bibliographique⁶ à partir : <ul style="list-style-type: none">• D'études d'impacts, de résumés non-techniques ;<ul style="list-style-type: none">- Brevets,- Articles,- Sites des producteurs et constructeurs.
Phase 2	Des entretiens avec des acteurs de la filière⁷ : <ul style="list-style-type: none">- Les services de l'Etat,- Les acteurs institutionnels,- Les syndicats et regroupements d'acteurs de l'énergie,- Les acteurs de la défense de l'environnement,- Les développeurs,- Les industriels. <p><i>Remarque :</i> En France, la filière du photovoltaïque flottant est en cours de structuration. L'étude réalisée à besoin d'être étoffée en s'appuyant sur des futurs retours d'expériences de projets réalisés. Cette étude s'est appuyée sur une démarche pragmatique, en interrogeant des acteurs de divers horizons. Néanmoins il est possible que d'autres acteurs, non interrogés lors de cette étude, aient des éléments complémentaires à partager.</p>
Phase 3	Des échanges avec la Région et un lien avec la feuille de route photovoltaïque sur les différents chantiers.
Phase 4	Une étude sur le potentiel de développement en Occitanie

⁴ Where Sun Meets Water: Floating Solar Handbook for Practitioners | ESMAP

⁵ Selon le Président d'Akuo Energy, "Si l'on prend en considération l'ensemble des points d'eau à moins de 10 KM d'une station de raccordement"

⁶ Liste des sources dans la bibliographie

⁷ Voir Annexes

I. QU'EST-CE QUE LE PHOTOVOLTAÏQUE FLOTTANT ?

Les projets de photovoltaïque flottant, bien qu'ayant des similarités avec des projets de photovoltaïque au sol, comportent de nombreuses particularités. Notamment d'un point de vue technologique où de nombreuses innovations se sont développées.

La première particularité du projet photovoltaïque flottant est qu'il est à réaliser sur plan d'eau. Un « plan d'eau » est défini par l'arrêté du 25 janvier 2010 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux en application de l'article R. 212-22 du code de l'environnement, c'est « une étendue d'eau douce continentale de surface, libre stagnante, d'origine naturelle ou anthropique, de profondeur variable ».

Il existe plusieurs types de plan d'eau⁸ :

- **les « plans d'eau artificiels » :**

- Les bassins de gravière et de carrière ;
- Les canaux de transport d'eau (irrigation, eau potable, aménagement hydroélectrique) ;
- Les bassins de traitement des eaux usées ;
- Les bassins de rétention ou tout ouvrage stockant les eaux de pluie ;
- Les réservoirs d'irrigation ;
- Les retenues dépendant d'un aménagement hydroélectrique ;
- Les bassins de pisciculture.

- **les « plans d'eau naturels » :**

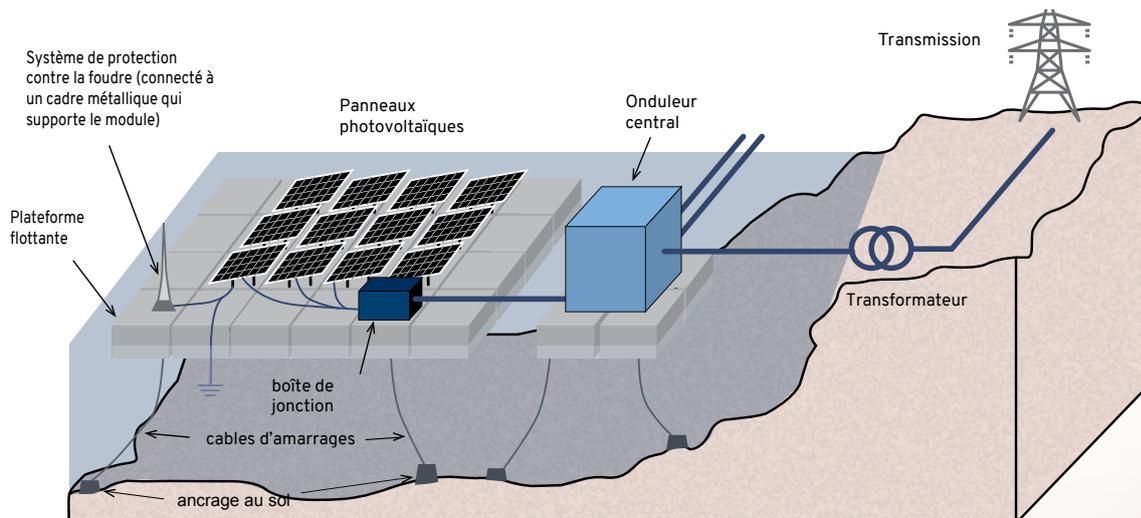
- Les réservoirs d'eau brute destinée à être potabilisée ;
- Les lacs et étangs naturels.

1. Les technologies disponibles pour développer la filière du photovoltaïque flottant

1.1. Les principes technologiques d'une centrale photovoltaïque flottante

Une centrale photovoltaïque flottante sur plan d'eau est découpée selon plusieurs composants technologiques :

FIGURE 1.3 Représentation schématique d'une centrale photovoltaïque flottante avec ses principaux composants



Source : SERIS.

Le choix des composants techniques d'un parc photovoltaïque flottant varie en fonction de plusieurs critères : la profondeur du sol, la condition du sol et la variation du niveau de l'eau.

⁸ Voir la liste complète en Annexes

1.2. Quelques composants d'une centrale photovoltaïque flottante

1.2.1. Les flotteurs

Il existe plusieurs catégories de flotteurs produits par des entreprises spécialisées dans le domaine. Ces flotteurs comprennent un flotteur principal ainsi que sa fixation au module photovoltaïque, mais aussi les connexions entre les différents flotteurs, et les passerelles de maintenance.

Ces flotteurs comportent des particularités en fonction de la composition des matériaux utilisés (généralement PEHD recyclable - polyéthylène Haute Densité), des caractéristiques des panneaux, ou de leurs inclinaisons. Les technologies se différencient par la hauteur des flotteurs, les propriétés de flottaisons, la recherche de flexibilité ou de rigidité (selon le type de plan d'eau), le choix de la structure métallique, les passerelles stabilisées de maintenance, les espaces entre les flotteurs, la surface de contact avec l'eau...

Ce sont généralement des flotteurs modulaires montés en briques. La différence peut également

se situer sur le nombre de panneaux par ilots. Par exemple, une technologie italienne propose un système modulaire composé de 4 « unités ». Chaque « unité » contient 4 panneaux photovoltaïques.

Les unités sont reproductibles horizontalement et verticalement jusqu'à atteindre la puissance totale souhaitée pour une centrale photovoltaïque flottante. Une autre technologie, norvégienne, propose d'attacher les modules solaires à une membrane fine et flexible. Ils flottent, à proximité d'un rivage. Ces différentes solutions peuvent offrir des formes diverses d'installations : rondes, ou sous forme de bloc rectangulaire. Des sociétés françaises ont également développé des technologies de flotteurs pour centrales photovoltaïques flottantes avec une orientation nord-sud ou est-ouest selon les sites et des inclinaison de panneaux entre 5 et 12°.

1.2.2. Le système d'ancrage et les câbles d'amarrage

Le système d'ancrage doit s'adapter à son environnement selon trois critères : la profondeur du sol, la condition du sol et la variation du niveau de l'eau. Le choix de l'ancrage est un facteur déterminant pour la bonne installation d'un parc de photovoltaïque flottant.

Trois types d'ancrages sont répertoriés :

- **L'ancrage en fond** : c'est l'ancrage le plus développé, il est simple d'installation et intéressant économiquement. Cependant, avec ce type d'installation il est nécessaire de surveiller attentivement les enjeux environnementaux (préservation faune et flore aquatique) et d'adapter son installation aux variations du niveau des eaux.
- **L'ancrage en berges** : l'installation est possible si une berge est située à proximité. C'est une solution économique intéressante pour le CAPEX et la maintenance. Néanmoins, ce type d'ancrage dépend de la volonté du propriétaire ainsi que de la réglementation inscrite dans le PLU. Il soulève également un enjeu fort au niveau paysager.
- **L'ancrage sur pieux** : à installer lorsque l'eau est peu profonde. C'est une technologie adaptée pour le photovoltaïque en tracker solaire. Le coût de cette installation est important en comparaison avec les deux solutions précédentes.

1.3. Les avantages/inconvénients de l'installation et la maintenance des panneaux photovoltaïques flottants

1.3.1. Les avantages technologiques du photovoltaïque flottant

Comme tout système de conversion d'énergie, la performance d'une installation photovoltaïque est caractérisée par son rendement. Ce rendement est calculé par le Ratio de Performance (PR), il permet

de rendre compte de la qualité du fonctionnement d'une installation indépendamment de l'irradiation ou de la puissance crête des modules.

En théorie, les projets photovoltaïques flottants dis-

posent d'un rendement supérieur aux projets au sol. Par ses caractéristiques technologiques, un panneau photovoltaïque flottant bénéficie d'une installation sur une surface ouverte et plate, d'un faible empoussièrément, ou encore du refroidissement du panneau au contact de l'eau.

Il peut exister également d'autres avantages, comme l'installation de panneaux bifaciaux pouvant augmenter le rendement et diminuer les ombrages, un assemblage très simple, par emboîtement, ainsi que

moins de risque de vol ou de vandalisme du matériel. Enfin, le rendement est à nuancer en prenant en considération d'autres aspects, comme l'inclinaison du panneau photovoltaïque limitée à cause du vent, des dégradations du produit plus importantes sur le long terme et des besoins de nettoyages réguliers (fientes d'oiseaux, etc...).

1.3.2. Les défis technologiques du photovoltaïque flottant

La filière du photovoltaïque flottant n'est qu'au stade d'émergence sur l'Occitanie. La « jeunesse » de cette filière pourrait entraîner des difficultés pour le développeur et l'exploitant : un système d'ancrage ou d'amarrage à dimensionner correctement, un montage technique délicat car en mouvement et difficultés sur les opérations de maintenance (accès et changement de pièces plus compliqués, usures plus fortes, corrosion plus rapide).

A ce jour, des modules standards sont utilisés pour les installations de projets photovoltaïques flottants. Mais dans quelques années, il est possible que soient installés des modules plus adaptés à l'environnement spécifique des plans d'eau, notamment des modules semi-transparents qui auraient un moindre impact sur la flore et la faune lacustre.

2. Le photovoltaïque flottant contribue aux objectifs de transition énergétique

Dans un contexte où l'objectif de zéro artificialisation nette a été inscrit dans le Plan Biodiversité (2018) et dans la loi Climat et résilience et afin d'éviter tout conflit d'usage et de contrainte environnementale, la plupart des projets développés sont installés sur des « sites à caractère dégradé ». Ce sont notamment des friches industrielles, des terrains sans vocation spécifique, des sites anthropisés, ...

L'Agence de la Transition Ecologique (ADEME) partage dans son « Guide pour l'accompagnement des collectivités dans des projets de photovoltaïque au sol »⁹, que l'un des principaux leviers permettant la bonne réussite d'un projet est de développer des projets photovoltaïques sur des zones en friches, « des sites dont les fonctions d'origine sont abandonnées depuis une période, parfois longue, pendant laquelle les lieux et leurs bâtiments ont pu être dégradés ou modifiés »¹⁰.

Cette orientation stratégique a accéléré ces dernières années, le nombre de construction de parcs photovoltaïques au sol sur sites dégradés, ce qui a participé à une saturation des sites disponibles. En conséquence, les porteurs de projets élargissent leurs intérêts vers d'autres types de fonciers comportant plus de contraintes d'installation et pouvant engendrer certains conflits d'usages (riverains, agriculteurs...) ou contraintes administratives (ex : au titre du code de l'urbanisme et de l'environnement). Les collectivités et acteurs du photovoltaïque cherchent à réinventer leurs pratiques et explorer des solutions alternatives. Le photovoltaïque flottant permet de valoriser une autre typologie de foncier, notamment de certains sites dégradés (anciennes gravières et carrières).

⁹ <https://librairie.ademe.fr/energies-renouvelables-reseaux-et-stockage/2889-photovoltaïque-et-collectivités-territoriales-guide-pour-une-ap-proche-de-proximité-9782358386791.html>

¹⁰ www.ademe.fr/expertises/urbanisme-amenagement/passer-a-l'action/reconversions-friches-urbaines-0

II. LE PROJET PHOTOVOLTAÏQUE FLOTTANT : VOLETS RÉGLEMENTAIRE, ÉCONOMIQUE ET ENVIRONNEMENTAL

Le développement de projet de parcs photovoltaïques flottants reprend en grande partie les caractéristiques du projet photovoltaïque au sol, avec quelques exceptions.

L'écosystème d'acteurs gravitant autour d'un projet de centrale photovoltaïque flottante se compose de :



Collectivités

Communes, EPCI, syndicats d'énergie, départements, régions...



Opérateurs, développeurs, exploitants, fournisseurs



Instructeurs

Services de l'Etat (DDT, DREAL...)



Gestionnaires de réseaux

ENEDIS/RTE



Autres acteurs territoriaux

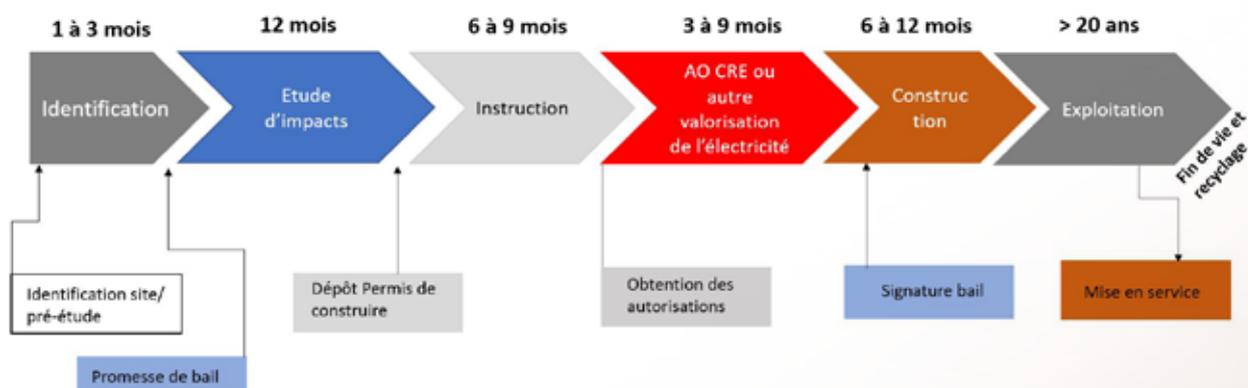
Sociétés citoyennes, riverains, associations...

1. Les modalités réglementaires et les risques d'un projet photovoltaïque flottant

1.1. Les modalités réglementaires du photovoltaïque flottant

Au niveau de la mise en œuvre réglementaire, le projet photovoltaïque flottant suit le même cheminement que le projet photovoltaïque au sol. Les étapes réglementaires d'un projet photovoltaïque flottant sont illustrées ci-dessous :

Les étapes d'un projet photovoltaïque flottant :



L'installation de parcs photovoltaïques est soumise à plusieurs réglementations (code de l'urbanisme, de l'environnement, de la construction, ...) et nécessite

d'effectuer un certain nombre de démarches préalables suivant le type d'installation.

1.1.1. Des démarches au titre de l'urbanisme

Selon la taille et la puissance du projet, les projets photovoltaïques flottants sont soumis à plusieurs types d'autorisations :

- La déclaration préalable, si la centrale photovoltaïque a une puissance comprise entre 3 kWc et 250 kWc ;
- L'obtention d'un permis de construire, si la centrale est supérieure à 250 kWc.

La mise en œuvre d'un projet photovoltaïque doit être compatible avec les documents fixant les normes de planification et de l'urbanisme en vigueur (POS, PLU, PLUI, règlement national d'urbanisme, etc...). S'il y a incompatibilité, il est nécessaire de modifier les règlements à l'intérieur de ces documents.

Sur le sujet, les interlocuteurs référents sont les suivants :

- Le préfet de Département ;
- Les services d'urbanisme de la commune ou de l'EPCI ;
- Les services de DDT(M) du Département.

De plus, selon la nature et la taille du projet, une enquête publique est nécessaire. Les installations au sol de puissance supérieure à 250 kWc sont soumises à enquête publique dans le cadre de la procédure du permis de construire (article R.123-1 du code de l'environnement).

En savoir +

L'article L. 101-2 du code de l'urbanisme (CU) fait de l'utilisation économe des espaces naturels, de la préservation des espaces affectés aux activités agricoles et forestières et de la protection des sites, des milieux et paysages naturels un objectif fondateur de la politique d'urbanisme. Cet objectif a été renforcé par la loi ELAN4 qui affirme le cap de « zéro artificialisation nette » sur l'ensemble du territoire. Pour ne pas porter atteinte à ces objectifs, l'ouverture de nouvelles zones urbanisées (U) et à urbaniser (AU) aux fins d'y implanter des centrales solaires doit être compatible avec les prévisions de consommation d'espace inscrites dans le plan local d'urbanisme intercommunal (PLUi) ou le schéma de cohérence territoriale (SCoT).

1.1.2. Des démarches au titre de l'environnement

Selon la taille et la puissance du projet, les projets photovoltaïques flottants sont soumis à plusieurs démarches au titre de l'environnement. Une évaluation environnementale est obligatoire pour les cen-

trales au sol de plus de 250 kWc (seuil pour l'étude d'impact pour les centrales au sol soumise à l'avis de l'autorité environnementale).

Dans certains cas, les installations doivent respecter d'autres enjeux environnementaux :

- Implantation en zone inondable : [circulaire du 30 avril 2002](#), [article L-562 du code de l'environnement](#) ; plan de préventions des risques naturels prévisibles.
- Législation sur l'eau : [articles L-214-1 et L-214-6 du code de l'environnement](#) ; les régimes d'autorisation ou de déclaration des installations, ouvrages, travaux et activités réalisés sur l'eau et milieux aquatiques et marins.
- Loi littoral : [articles L.146-1 à L.146-9 du code de l'urbanisme](#) ; les dispositions particulières au littoral.
- Loi montagne : [article L-145-3 du code de l'urbanisme](#) ; les dispositions particulières aux zones de montagne.
- Zone à enjeu environnemental : [article R 414-19 du code de l'environnement](#) : pour les projets situés dans une zone Natura 2000, une étude d'incidence Natura 2000 (EIN2) doit être explicitement formulée.
- Enjeux paysagers : sites situés à proximité de sites UNESCO, etc ...

En savoir +



Guide d'étude d'impact des installations photovoltaïques au sol du Ministère de l'Écologie du Développement Durable, des Transports et du Logement (2011).

https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Guide_EI_Installations-photovolt-au-sol_DEF_19-04-11.pdf

1.1.3. Attestation de conformité sanitaire pour les projets photovoltaïques

Développé en 1999 par les autorités sanitaires, le système de l'attestation de conformité sanitaire (ACS) permet d'aider à la constitution et l'obtention de preuves de la conformité sanitaire de leurs produits par les industriels. L'ACS permet d'attester de

la qualité du produit, qui pourrait entrer en contact avec de l'eau destinée à de la consommation humaine, au regard des dispositions réglementaires en vigueur.

Plusieurs dispositions réglementaires ont été mises en œuvre sur le sujet :

- Les ACS doivent être délivrées par un laboratoire habilité par le ministre de la Santé (application de l'[article R. 1321-52 du code de la santé publique](#)).
- La durée de validité d'une ACS est de 5 ans.
- Si eau potable, l'[article R. 1321-13 du code de la santé publique](#) interdit toute installation à l'intérieur du PPI périmètre de protection immédiate des EDCH (eau destinée à la consommation humaine), sauf pour les technologies ayant une ACS (attestation de conformité sanitaire).

Les projets photovoltaïques flottants à ce jour n'ont pas obligation d'obtenir cette certification, mais ce sujet est suivi de près par les Agences Régionales

de la Santé (ARS), d'autant plus s'il s'agit d'un plan d'eau destinée à consommation.

1.2. Les risques de la filière du photovoltaïque flottant

La filière du photovoltaïque flottant doit respecter des règles strictes garant d'un développement des projets en toute sécurité et dans le respect de l'environnement.

1.2.1. Le risque inondation

Le risque inondation est le premier risque naturel en France par l'ampleur de ses dégâts. Les Atlas des Zones inondables (AZI) cartographient les connaissances de risque d'inondation. Si le Plan de Prévention des Risques et Inondations (PPRI) ne spécifie pas l'interdiction des projets de photovoltaïque flottant dans une zone inondable, il est possible d'installer un projet sur des zones répertoriées dans le PPRI ou dans l'Atlas des Zones Inondables (AZI).

Dans ce cas, deux conditions doivent être remplies :

- Une étude prouvant la tenue de l'ouvrage aux crues centennales ;
- Un écoulement en crue < 0,5m/s.

Il existe plusieurs exemples de zones non autorisées pour mettre en œuvre un projet photovoltaïque flottant :

- les zones soumises à aléa torrentiel sont à proscrire;
- les zones derrière les ouvrages de protection sont inconstructibles.

1.2.2. Les risques technologiques

Plusieurs risques technologiques subsistent, en particulier sur les projets d'installation à proximité d'ouvrages classés au titre de la rubrique 3260 de la nomenclature IOTA (systèmes d'endiguement, aménagements hydrauliques) ouvrages à proximité, ainsi que sur la sécurité des barrages.

Pour attester de la conformité du projet, les installations sont soumises à une consultation de la DREAL (cf schéma ci-contre).

Sécurité des installations et ouvrages à proximité.

Les projets d'installation à proximité d'ouvrages classés au titre de la rubrique 3260 de la nomenclature IOTA (systèmes d'endiguement, aménagements hydrauliques)

Sécurité des barrages.

Les plans d'eau fermés par des barages

Soumis à consultation de la DREAL

Convention d'occupation obligatoire. Description des phases de chantier et d'exploitation.

Pour le propriétaire de l'ouvrage, potentielles mesures supplémentaires de sécurité.

Le risque électrique fait également parti des risques technologiques. Pour éviter ce risque, plusieurs solutions sont envisageables : respect des normes, disjonction automatique en cas de surtension...
A ce jour, les projets développés sont uniquement sur des plans d'eau non accessibles à la baignade.

1.2.3. Les risques sanitaires

Les risques sanitaires sont des points de vigilance à intégrer lors du développement de projet photovoltaïque flottant. Chaque site devra faire l'objet d'une analyse approfondie et individualisée qui tiendra compte notamment du taux de couverture du plan d'eau, mais aussi de sa typologie (surface, profondeur, mode d'alimentation, contexte géologique, etc.) et des caractéristiques physico-chimiques et biologiques.

1.2.4. Le risque d'incendie

Ce risque sera pris en compte dans la conception des futures centrales. Il est aussi nécessaire d'adapter les besoins en maintenance et de se familiariser avec le flottant à grande échelle pour déployer efficacement ce modèle à l'avenir.

2. Les caractéristiques économiques du photovoltaïque flottant

La filière du photovoltaïque flottant reprend les mêmes modalités économiques que pour le photovoltaïque au sol.

Dans les articles L314-1 et suivants du code de l'énergie est transcrit un système d'obligation d'achat (OA). Il permet à un producteur d'énergie de vendre de l'électricité produite à un acheteur à un tarif fixé par des arrêtés tarifaires. Ils ont pour objectif de fixer le tarif d'achat et les conditions d'éligibilité. L'obligation d'achat (OA) donne la possibilité d'accéder à un tarif d'achat de l'électricité supérieur à celui du marché. Ce tarif est garanti pour une durée de 20 ans.

Concernant les installations solaires d'une puissance supérieure à 500 kWc, le marché est réglementé par des appels d'offres. Le but des appels d'offres est double : ils permettent à l'Etat de soutenir la filière photovoltaïque en encourageant les projets par une réponse rapide et de contrôler le volume et maîtriser la production d'énergie renouvelable. Ces appels d'offres sont régis par les articles L311-10 et suivants du Code de l'énergie.

La réponse à un appel d'offre pour un projet photovoltaïque flottant s'effectue en retournant un cahier des charges de la Commission de Régulation de l'Energie (CRE). Les projets photovoltaïques flottants sont inclus dans l'appel d'offres des projets photovoltaïques au sol. Dans le cahier des charges, un plan d'eau est défini comme étant un site à caractère dégradé. La démarche à effectuer pour justifier ce statut est de joindre au dossier de la DREAL une lettre communale datant de moins de 18 mois, permettant la géolocalisation du site et faisant état

d'une absence de réaménagement ou d'un réaménagement non agricole ou forestier.

Les acteurs ont en outre la liberté de contractualiser avec des fournisseurs d'électricité par le biais de PPA (ou « contrat d'achat d'électricité »). C'est un contrat de livraison d'électricité conclu à long terme entre deux parties, généralement un producteur et un acheteur d'électricité (consommateur ou négociant). Ces conditions varient en fonction des exigences de l'Etat, du marché et du modèle économique du projet.

Des exemples concrets sur les prix de ventes (données de 2021).

- Sur la centrale de Piolenc, vente de son électricité à 62 euros/MWh ;
- En Occitanie : 2 projets lauréats à la CRE pour un PV flottant.

→ 12,77 MW en période 6 : moyenne à 59,5 euros/MWh.

En savoir +



Vente de gré à gré (PPA)

www.photovoltaique.info/fr/tarifs-dachat-et-autoconsommation/autres-modes-de-valorisation-de-lelectricite-photovoltaique/vente-de-gre-gre-ppa/

2.1. Les atouts économiques du photovoltaïque flottant

Le caractère dégradé pour les AO CRE des installations photovoltaïques sur plan d'eau entraîne un bonus sur la notation, qui permet de positionner le complément de rémunération sur un niveau plus élevé.

Les panneaux photovoltaïques de projets flottants disposeraient d'un meilleur rendement, de l'ordre de 5 à 10% et donc une meilleure production et un chiffre d'affaires plus élevé. En comparaison avec le photovoltaïque au sol, le loyer du foncier devrait être inférieur, car il y a moins de pression foncière sur les plans d'eau.

Les investissements dans la filière du photovoltaïque flottant pourraient être synonymes d'opportunité économique.

En France, et particulièrement en Occitanie, la filière du photovoltaïque flottant est en pleine structuration. Les coûts actuels, bien qu'élevés, seront évolutifs. Une baisse des coûts est à prévoir, en lien avec la multiplication des projets. De nombreuses campagnes de financements participatifs peuvent voir le jour. Ce type de collecte peut permettre aux riverains et particuliers d'être directement associés au financement de projet. De plus, des fonds privés spécialistes sur ces questions, peuvent également contribuer au financement des centrales.

En savoir +



L'exemple de la centrale photovoltaïque flottante à Peyssies en Occitanie

www.pv-magazine.fr/2021/08/20/urbasolar-demarre-la-construction-de-sa-premiere-solaire-flottante-a-peyssies-en-occitanie/

2.2. Les enjeux économiques autour du projet photovoltaïque flottant

Le CAPEX, ou capital expenditure, correspond aux dépenses réalisées par une entreprise pour investir dans l'achat des biens matériels et immatériels. Pour le photovoltaïque, la structure de coûts CAPEX est déduite par : le coût de matériel (panneaux, onduleurs...), le coût de l'ingénierie initiale, la maîtrise d'œuvre et les surcoûts liés au raccordement.

Pour un projet photovoltaïque flottant, le CAPEX est plus coûteux que le photovoltaïque au sol mais tend à diminuer. La multiplication des projets de photovoltaïques flottants pourrait également entraîner une baisse de son coût de production. Selon les retours d'expériences des projets en cours ou finalisés, le CAPEX semble plus coûteux que pour les projets de photovoltaïque au sol. Il y aurait, à ce jour, un surcoût de l'ordre de 10 à 20%.

Cependant, d'un point de vue de l'exploitation, le terrain est facilement remis en état, si le projet n'entraîne aucun problème de pollution. Il peut également être envisagé de créer des synergies avec des infrastructures déjà présentes, comme des barrages, fermes éoliennes flottantes, etc ...

Au regard du manque de retour d'expériences pour les banques, assureurs et les organismes de réglementation dans le domaine, il est envisageable que les autorisations et la clôture financière prennent plus de temps que pour les projets photovoltaïques au sol.

Enfin, une baisse du coût du photovoltaïque flottant est possible grâce à l'utilisation du « système double face » d'un panneau photovoltaïque flottant et de la réverbération du soleil sur la face inférieure.

3. Les modalités environnementale, paysagère et l'acceptabilité du projet photovoltaïque flottant

Pour réaliser un projet photovoltaïque flottant sur plan d'eau, une analyse fine des enjeux environnementaux et paysagers doit être réalisée. Tenir compte de ces éléments, en amont du développement de projet, pourrait participer à l'acceptabilité.

3.1. Impacts sur l'environnement et sur la biodiversité du photovoltaïque flottant

De nombreux impacts sur l'environnement et la biodiversité sont à prendre en compte lors de l'implantation d'un projet photovoltaïque flottant. Ces impacts peuvent avoir un effet positif ou négatif sur

l'environnement et la biodiversité. Certains aspects peuvent même souligner des enjeux pour l'évolution de la filière.

3.1.1. Les enjeux environnementaux pour le développement d'un projet photovoltaïque flottant

Des impacts sur l'environnement sont à considérer en amont du projet, avec notamment une réflexion poussée sur la surface utilisée d'un plan d'eau lors de la réalisation d'un projet photovoltaïque flottant. La nouveauté de cette installation technologique requiert d'y associer des études poussées sur les impacts sur la biodiversité à long terme.

Le porteur de projet devra également porter une attention particulière sur la dégradation des PEHD en microparticules, la surface totale utilisée, garder une luminosité globale minimale ou encore la surveillance des propriétés physico-chimiques du lac. Parmi les éléments positifs sur l'environnement les panneaux photovoltaïques flottants sur plan d'eau

pourraient permettre de créer un point d'ombrage et de limiter l'évaporation de l'eau. Ou encore, de créer un effet récif, en créant un habitat, une zone de prolifération pour des populations particulières, de contenir la prolifération algale et de réduire la hausse de la température de l'eau.

Il est important de noter qu'il existe de nombreuses typologies de plans d'eau, donc autant de systèmes écologiques et d'impacts différents. C'est par exemple le cas des anciennes carrières pas exploitées depuis des années, où souvent la biodiversité a repris ses droits.

3.1.2. La séquence Eviter-Réduire-Compenser des projets photovoltaïques flottants

La séquence Eviter Réduire Compenser (ERC) est une déclinaison technique et opérationnelle en matière de préservation des milieux naturels. Il s'agit d'éviter toute atteinte aux milieux naturels et aux services associés, à défaut, de les réduire et en dernier lieu, de les compenser.

La séquence ERC vise depuis la loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages (2016) une absence de perte nette de biodiversité dans la conception, puis la réalisation de

plans, de programmes ou de projets d'aménagement du territoire.

La mise en place de mesures ERC pour la mise en œuvre d'un projet photovoltaïque flottant, doit se faire sur la base d'études scientifiques exhaustives en intégrant les impacts d'un projet sur l'environnement. Ci-dessous plusieurs exemples d'action de la séquence « éviter et réduire » sur un projet photovoltaïque flottant :

	Mesures permettant la mise en place d'une stratégie ERC	Premières idées de mesures ERC
Eviter	<ul style="list-style-type: none"> • Approche planificatrice au stade de l'ingénierie et planification grâce à des cartographies précises de la biodiversité • Attendre des retours d'expérience permettant de se positionner 	<ul style="list-style-type: none"> • Pas de développement en milieu naturel et à enjeux naturalistes (Natura 2000, Ramsar...) • Privilégier les anciennes carrières
Réduire	<ul style="list-style-type: none"> • Avoir des méthodes scientifiques d'évaluation d'impact rendues publiques • Des guides et des protocoles nationaux ou régionaux • Identifier l'existant, les lacunes et répondre aux problèmes avant le développement • Réduire le pourcentage d'occupation 	<ul style="list-style-type: none"> • Réduire le % d'occupation • Créer des zones d'habitats • Prévoir une transparence globale de la structure

Les enjeux de préservation de l'environnement et de limitation des impacts sur la biodiversité nécessitent d'obtenir des retours d'expériences de projet. Il sera notamment intéressant de capitaliser les informations sur les points suivants :

- Quel taux de couverture des lacs à favoriser lors de la mise en œuvre d'un projet photovoltaïque flottant ?
- Quelle quantité de lumière doit-on laisser passer ? Existe-t-il un bénéfice à utiliser des panneaux bifaciaux ?

- Si création d'une zone spécifique (ex : zone d'ombrage, zone où certaines espèces pourraient venir s'abriter), est-ce que l'effet récif pourrait être bénéfique pour la biodiversité ?
- Quelle évolution de la technologie des flotteurs pour créer un habitat favorable à la prolifération des espèces ?

3.2. Acceptabilité des projets photovoltaïques flottants

L'appropriation citoyenne et locale des projets d'énergies renouvelables est un facteur essentiel pour la réussite de la transition énergétique. Elle permet souvent un meilleur ancrage territorial des énergies renouvelables, en participant au développement économique local.

Le porteur de projets doit notamment réaliser :

- une évaluation approfondie : prendre en compte les effets cumulés et présenter des solutions de substitution en proposant la mise en œuvre de mesures d'évitement et de réduction. Cette étape est nécessaire entre le porteur de projet et les services instructeurs pour évaluer l'opportunité du projet en termes d'aménagement du territoire ;
- une concertation approfondie : afin de favoriser l'appropriation au projet, il est recommandé de mettre en place une consultation en amont des projets auprès de l'ensemble des acteurs extérieurs au projet (collectivités, entreprises,

habitants, etc.). Il est également nécessaire de communiquer auprès des citoyens autour des enjeux du projet : réalisation en amont de questionnaires auprès des habitants afin de les intégrer dans une démarche de sensibilisation et d'adapter le projet à leurs besoins et aux besoins du territoire. Les opérations de concertation autour du projet devront se poursuivre tout le long de la durée de vie du projet.

Quelques recommandations supplémentaires :

- choisir un plan d'eau artificialisé, les plans d'eau naturels n'ont pas vocation à accueillir de projets photovoltaïques ;
- prévoir une étude de comptabilité avec d'autres usages (eau potable, navigation, zone de pêche, zone de loisirs, stockage avec lâchage d'eau de barrage hydroélectrique, zone de remplissage des hélicoptères et écopage des canadiens).

III. LE PHOTOVOLTAÏQUE FLOTTANT : ANALYSE DE LA FILIÈRE ET DU POTENTIEL EN OCCITANIE

La Région Occitanie, par sa géographie et son niveau d'ensoleillement, dispose d'un fort potentiel d'installation de projet de photovoltaïque flottant. A travers ce guide, nous avons tenté d'en analyser les contours, en nous focalisant sur deux principaux critères : la nature du gisement et les contraintes environnementales associées.

1. Les caractéristiques favorables au déploiement de parcs photovoltaïques flottants

Les caractéristiques favorables au déploiement de parcs photovoltaïques flottants se décomposent en plusieurs éléments : selon l'usage, la technologie utilisée, l'urbanisme, l'environnement et les techniques de raccordement. Ces critères exercent une influence sur la réussite d'un projet. Sont particulièrement prioritaires les enjeux suivants :

La localisation : le plan d'eau est facilement accessible en transport. En outre, il existe des infrastructures électriques déjà existantes ou proches pour le raccordement.

Le type de plan d'eau : les plans d'eau les plus adaptés au développement de projets de photovoltaïque flottant doivent intégrer plusieurs conditions. Ils

doivent notamment être faiblement impactés par des aléas naturels, avec une eau peu agitée, situés dans des zones avec forte radiation et où le développement d'une coactivité est possible.

L'urbanisme : le projet développé est en accord avec les documents d'urbanisme (Plan Local d'Urbanisme de la Commune, ou avec le Plan Local d'Urbanisme Intercommunal d'un EPCI). Il est intéressant de coupler l'implantation de projet photovoltaïque flottant avec d'autres usages. Par exemple, autour de barrages hydrauliques, où des synergies peuvent être créées entre le développement de projets photovoltaïques flottants et de l'hydro-électricité.

2. Méthodologie de l'analyse de potentiel

Dans l'objectif de quantifier le potentiel de développement de projets photovoltaïques flottants en Occitanie, nous avons utilisé la base de données TOPAGE. Il s'agit du référentiel qui décrit les entités hydrographiques présentes sur le territoire français afin de constituer un référentiel national permettant de localiser des données relatives à l'eau. La méthode de production consiste à apparier les tronçons hydrographiques de la BD CARTHAGE® et de la BD TOPO®. Cette base de données TOPAGE regroupe les jeux de données des cours d'eau, des plans d'eau, des surfaces élémentaires, des tronçons hydrographiques, des bassins hydrographiques...

Une analyse construite selon deux principales caractéristiques :

- ✓ **La surface du plan d'eau :** à partir de quelle taille de plan d'eau peut-on installer un projet de PV flottant, en s'appuyant sur des critères économiques et techniques ? Quel taux de couverture du plan d'eau ?
- ✓ **La nature du plan d'eau :** quels critères ces types de plans d'eau doivent-ils réunir pour un projet réussi et concerté ? (contraintes environnementales, taux de couverture, etc...).

Selon les données récoltées lors des entretiens et la réalisation d'une analyse bibliographique, un projet photovoltaïque flottant devrait couvrir en moyenne **entre 30 et 50% de la surface totale** du plan d'eau.

Ce pourcentage oscille selon la nature et le type de projet et les critères discriminatoires suivants :

- la préservation de la faune et la flore (oxygénation du plan d'eau, lumière...);
- l'adaptation aux nombreux autres usages (loisirs, pêche...);
- la maintenance des sites.

Lors de la réalisation de cette analyse du potentiel 4 critères sélectifs ont été retenus :

 <p>Taux de couverture 30% de la surface totale d'un plan d'eau</p>	 <p>Surface d'un projet Surface du plan d'eau de plus de 10 ha</p>	 <p>Type de plan d'eau Gravières, réservoirs, bassins orages et barages</p>	 <p>Enjeux environnementaux Mesures d'évitement, réduction et compensation</p>
---	--	---	--

3. Hypothèses de l'analyse de potentiel

3.1. Le type de plan d'eau

Selon les acteurs interrogés dans cette étude, 3 types de plans d'eau ont particulièrement été identifiés pour mettre en œuvre des projets de parcs de photovoltaïques flottants :

Les gravières¹⁴ : Une gravière est un plan d'eau d'origine artificielle créé par extraction de granulats et alimenté essentiellement par la nappe phréatique (réseau de bassin RMC). C'est une masse d'eau créée par l'extraction de granulats dans la plaine alluviale d'un cours d'eau et alimentée principalement par la nappe alluviale.

Les réservoirs bassins orages¹⁵ : Ils jouent un rôle de stockage temporaire de l'eau de pluie, afin d'écarter le volume d'eau du pic orageux, ce qui a, entre autres, un rôle bénéfique dans la lutte contre les inondations et qui présente en outre d'autres avantages environnementaux, notamment liés au traitement des eaux (décantation d'éventuelles matières en suspension, rétention des hydrocarbures et autres polluants, ...) et de soulager le réseau d'égouttage lors de fortes pluies en temporisant les précipitations.

Le lac de barrage ou lac de retenue ou réservoir¹⁶ : C'est un plan d'eau dont le niveau est contrôlé par un ou plusieurs ouvrages d'art et qui est utilisé à des fins utilitaires. Un lac de barrage est alimenté par le ruissellement des eaux et la confluence de cours d'eau situés en amont.

Pour estimer le potentiel brut en Occitanie seules ces trois natures de plan d'eau ont été sélectionnées dans la base de données Topage.

3.2. Le taux de couverture d'un plan d'eau

Selon les résultats de l'étude de filière, le taux de couverture d'un projet de photovoltaïque flottant sur plan d'eau se situe en moyenne autour de 30 %

de sa surface. Cette donnée peut varier en fonction du type de plan d'eau et du projet développé (entre 30 et 50%).

¹⁴- ¹⁵- ¹⁶ Voir Annexe 3

3.3. La surface d'un projet

Les projets de photovoltaïques flottants développés sont supérieurs à 10 Ha, notamment pour raison économique (coût du raccordement, rentabilité ...). Il est possible d'implanter environ 1MWc à l'hectare, soit une surface un peu plus grande qu'un terrain

de football. Cette donnée n'est qu'une estimation et peut varier en fonction du type de projet et de la nature du plan d'eau.

Ex : 1MWc = 1 Ha = 1,5 terrain de football

3.4. Les contraintes environnementales

Lors de l'étude de potentiel, la nomenclature de l'ADEME sur les contraintes environnementales pouvant empêcher l'implantation d'une centrale

photovoltaïque a été utilisée. Ces contraintes sont classées de la plus rédhibitoire à celle avec un handicap plus léger :

Nomenclature de l'ADEME sur les contraintes environnementales¹⁷

Classification	Contraintes
Rédhibitoire	Plan de Prévention des risques d'Inondation (PPRI) - <i>zone rouge ou lit de cours d'eau</i> Appartenance au Conservatoire du littoral Parcs Naturels Nationaux - <i>zone coeur</i> Zones humides Ramsar Zone de protection du biotope Périmètre de protection immédiat d'un captage d'eaux pluviales Réserve naturelle Réserve biologique Réserve de biosphère - zones centrales Sites présentant une forme de pollution (BASOL) Occupation biophysique des sols - <i>toutes zones à valeur agronomique ou forestière ou zone aquatiques ; zones non-constructibles (glaciers, plages, pelouses,...)</i> Distance réseau HTB > 10km, sinon > 4km/MWc
Handicap lourd	Zones Naturelles d'Intérêt Écologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF) - <i>type I</i> Zone Natura 2000 - <i>Zones de Protection Spéciales (ZPS)</i> Appartenance à un conservatoire d'espace naturel Parcs Naturels Nationaux - <i>zone d'adhésion</i> Périmètre de 500m d'un monument historique
Handicap moyen	Zone Natura 2000 - <i>zones spéciales de conservation (ZSC)</i> Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux (ZICO) Réserve de biosphère - <i>zones tampon</i> Situé sur une commune concernée par la loi littoral Plan de Prévention des Risques d'Inondations (PPRI) - <i>zone bleue</i> Plan de Prévention des Risques d'Incendie de Forêt (PPRIF) Occupation biophysique des sols - <i>Roches nues, végétation clairsemée, tissu urbain continu, landes et broussailles</i>
Handicap léger	Proximité d'un aéroport Parcs Naturels Régionaux (PNR) Zones Naturelles d'Intérêts Écologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF) - <i>Type II</i>
Handicap léger	Zones d'Appellation d'Origine Protégée (AOP) Plan de Prévention des Risques Miniers (PPRM) Plans Nationaux d'Action pour la conservation d'espèces (PNA) Sites Patrimoniaux Remarquables (SPR) Opération Grand site de France Plan d'Occupation des Sols (POS) / Plan Locaux d'Urbanismes (PLU)

¹⁷ <https://librairie.ademe.fr/energies-renouvelables-reseaux-et-stockage/846-evaluation-du-gisement-relatif-aux-zones-delaissées-et-artificiales-propices-a-l-implantation-de-centrales-photovoltaïques.html>

Pour estimer le potentiel brut en Occitanie, les plans d'eau situés dans des zones de bien inscrits UNESCO, les géoparc mondiaux UNESCO, zones Natura 2000, Réserves Naturelles Régionales, ZNIEFF de type 1 et les sites classés ont été retirés.

4. Le potentiel de développement du photovoltaïque flottant en Occitanie

En Occitanie, selon les critères retenus listés plus haut, le potentiel brut de développement de la filière photovoltaïque flottant se situe autour d'1 GW de puissance installée. Atteindre cet objectif pourrait permettre de répondre en partie aux objectifs photovoltaïques de la Région Occitanie situés autour de 15 GW d'ici 2050 et de respecter sa trajectoire REPOS.



1^{ère} ferme solaire en mer à Sète © Wilfried Hachet – Région Occitanie

CONCLUSION

La filière du photovoltaïque flottant n'est en France qu'à un stade d'émergence et représente un potentiel intéressant en Occitanie. Il est nécessaire de suivre son évolution dans le paysage énergétique et de bien prendre en compte les futurs retours d'expériences.

Le contenu du guide a pour objectif de faire partager aux collectivités et aux porteurs de projets dans leur ensemble les modalités réglementaires, techniques et économiques d'un projet. Tous les éléments cités sont susceptibles d'évoluer en fonction de la structuration de la filière au niveau national et local.

L'objectif partagé est de se questionner sur les impacts à intégrer pour encadrer la réalisation de parcs photovoltaïques flottants et de proposer des solutions clés en main aux porteurs de projet, en particulier en ce qui concerne les effets sur l'environnement, la biodiversité et le quotidien des usagers.

Lors de la réalisation de l'étude du potentiel du photovoltaïque flottant en Occitanie, le choix a été fait de se positionner sur l'évolution de la filière en utilisant les contraintes les plus élevées : additionnant des critères de surfaces à respecter (environ 30% de la couverture d'un plan d'eau) et de fortes contraintes environnementales (cf nomenclature de l'ADEME). Ces critères sont des pistes de réflexions qui pourraient faire évoluer positivement la filière, au regard des enjeux de préservation de l'environnement et de la biodiversité, tout en considérant une rentabilité du projet nécessaire, en intégrant les coûts importants en matière de raccordement et de production d'énergie.

En Occitanie, selon les critères retenus listés plus haut, le potentiel de développement de la filière photovoltaïque flottant se situe autour d'1 GW de puissance installée. Atteindre cet objectif pourrait permettre de compléter la feuille de route du scénario Région à Energie Positive (REPOS) située autour de 15 GW de puissance installée de panneaux photovoltaïques d'ici 2050.

BIBLIOGRAPHIE

ECTARE, Aménagement d'un parc photovoltaïque sur une ancienne carrière de sables et graviers au lieu-dit "Saint Michel", Département de la Haute Garonne, Commune de Carbonne. Dossier d'étude d'impact. Juillet 2018

DREAL GRAND EST, Guide réglementaire du photovoltaïque au sol, Service Aménagement, Energies Renouvelables. Octobre 2018

DREAL PACA, Cadre régional pour le développement des projets photovoltaïques en Provence-Alpes-Côte d'Azur. Juin 2018.

SGAR HAUTE GARONNE, Réaliser des projets photovoltaïques en dehors des zones urbanisées en Haute-Garonne. Direction Départementale des Territoires 31, maj 27/08/2019.

WORLD BANK GROUP; ENERGY SECTOR MANAGEMENT ASSISTANCE PROGRAM ; SOLAR ENERGIE RESEARCH ; INSTITUTE OF SINGAPORE. 2019. Where Sun Meets Water : Floating Solar Market Report. World Bank, Washington, DC. © World Bank.

<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/31880>

WORLD BANK GROUP, ESMAP AND SERIS. 2019. Where Sun Meets Water : Floating Solar Handbook for Practitioners. Washington, DC : WorldBank.

<http://documents.worldbank.org/curated/en/418961572293438109/Where-Sun-Meets-Water-Floating-Solar-Handbook-for-Practitioners>

ARTICLES DE PRESSE :

Hydrelio® : la solution solaire flottante – Ciel et Terre (ciel-et-terre.net)

Le photovoltaïque flottant (revolution-energetique.com)

Urbasolar démarre la construction de sa première solaire flottante à Peyssies en Occitanie – pv magazine France (pv-magazine.fr)

Liste des types de plan d'eau

Une typologie nationale arborescente basée sur un certain nombre de critères de discrimination a été établie, permettant de classer chaque plan d'eau français (source DREAL PACA).

- **Lac** : un lac est un plan d'eau situé dans une dépression naturelle où la durée de séjour des eaux et la profondeur sont suffisantes pour définir une zone pélagique et où s'établit, du printemps à l'automne, une stratification thermique stable (réseau de bassin RMC). Masse d'eau continentale accumulée naturellement et suffisamment profond, il comporte généralement une stratification thermique stable.
- **Retenue, aménagement hydroélectrique** : une retenue est un plan d'eau artificiel à vocation spécifique : hydroélectricité, soutien des étiages, irrigation, alimentation en eau potable. Généralement ces plans d'eau sont caractérisés par une profondeur irrégulière, un niveau variable (marnage) et une masse d'eau homogène (réseau de bassin RMC). Masse d'eau créée artificiellement par un barrage (digue) située ou non sur un cours d'eau. Peut avoir les caractéristiques de stratification thermique et de développement de la végétation s'apparentant à celle d'un lac ou d'un étang.
- **Étang** : un étang est un plan d'eau d'origine naturelle ou artificielle, de faible profondeur sans stratification thermique stable. Il est alimenté essentiellement par son bassin pluvial (réseau de bassin RMC). Masse d'eau continentale dont l'accumulation est parfois naturelle mais plus souvent artificielle. Dans la plupart des cas sa vocation première est ou a été piscicole. La faible profondeur ne permet pas de stratification thermique et rend possible un développement de la végétation fixée sur toute son étendue.
- **Gravière** : une gravière est un plan d'eau d'origine artificielle créé par extraction de granulats et alimenté essentiellement par la nappe phréatique (réseau de bassin RMC). Masse d'eau créée par l'extraction de granulats dans la plaine alluviale d'un cours d'eau et alimentée principalement par la nappe alluviale.
- **Carrière** : une carrière est une exploitation d'extraction à ciel ouvert .
- **Marais** : un marais est un ensemble de milieux humides où la nappe d'eau stagnante superficielle est généralement peu profonde (IFEN 2000) (MATE 2001). Au sens de la codification hydrographique, désigne un territoire sans relief significatif irrigué ou drainé par un réseau dense de canaux et/ou de bras et pouvant comporter des plans d'eau.
- **Bassins de pisciculture**
- **Bassins de rétention, stockage eau de pluie**
- **Masses d'eaux de transition, bassin littoral**
- **Masse d'eaux côtières**
- **Bassin d'irrigation, lacs de réalimentation**
- **Bassin de captage d'eau potable** : réservoir d'eau brute destinée à être potabilisée.

Les entretiens pour l'étude de filière

Catégorie	Acteurs
Service de l'Etat	<ul style="list-style-type: none">- DDT 11- DGEC- DDT 32- DREAL
Acteurs institutionnels	<ul style="list-style-type: none">- ADEME Nationale- Syndicats et regroupement d'acteurs de l'énergie- Enerplan- CEMATER
Acteurs de la défense de l'environnement	<ul style="list-style-type: none">- LPO- OFB- Gestionnaire- BRL
Acteurs privés/entreprises	<ul style="list-style-type: none">- Akuo Energy- Ciel et terre

LISTE DES ACRONYMES

ACS : Attestation de conformité sanitaire

AO : appel d'offre

CAPEX : Capital Expenditure (dépenses d'investissement)

CRE : Commission de Régulation de l'Energie

EnR : Energies renouvelables

ERC : Eviter Réduire Compenser

PEHD : Polyéthylène haute densité

PPA : Power Purchase Agreement (contrat d'achat d'électricité)

PPE : Programmations pluriannuelles de l'énergie.

PV : Photovoltaïque

REPOS : Région à Energie Positive

REX : retour d'expérience

HÔTEL DE RÉGION

Toulouse

22, bd du Maréchal Juin
31406 Toulouse cedex 9

Montpellier

201, av. de la Pompignane
34064 Montpellier cedex 2

Appel gratuit / N°unique : 30 10

 @occitanie | laregion.fr



La Région
Occitanie
Pyénées - Méditerranée