

# Programme "Photovoltaïque et biodiversité"

---

Identification des questions scientifiques  
à adresser et première estimation des  
moyens à déployer pour y répondre

---



EXPERTISES

Sept  
2023

# REMERCIEMENTS

L'équipe projet :

- Juliette Bodez – I CARE
- Solenn Renier – I CARE
- Aude Dupin – I CARE
- Guillaume Neveux – I CARE
- Philippe Bourgogne – Biotope
- Delphine Cerqueus - Biotope

Les membres du comité de suivi :

- Julie Fraix – Syndicat des énergies renouvelables
- Jérémy Simon – Syndicat des énergies renouvelables
- Cheyenne Ziadi – Enerplan
- David Gréau - Enerplan
- Nicolas Hette-Tronquart – OFB
- Pierre Rale – ADEME
- Thomas Eglin – ADEME
- Jean-Michel Parrouffe - ADEME

Les membres des comités d'experts et les adhérents du SER et d'Enerplan

## CITATION DE CE RAPPORT

**Bodez J., Bourgogne P., Cerqueus D., Dupin A., Renier S., Neveux G., Fraix J., Ziadi C., 2023. Programme « Photovoltaïque et Biodiversité » : Identification des questions scientifiques à adresser et estimation des moyens pour y répondre. 51p.**

Cet ouvrage est disponible en ligne [www.ademe.fr/mediatheque](http://www.ademe.fr/mediatheque)

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'oeuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

**Ce document est diffusé par l'ADEME**

**ADEME**

20, avenue du Grésillé  
BP 90 406 | 49004 Angers Cedex 01

Numéro de contrat : 2205D0027

Étude réalisée par le SER, Enerplan, Icare&Consult et Biotope pour ce projet cofinancé par l'ADEME

Coordination technique - ADEME : EGLIN Thomas et RALE Pierre  
Direction: Direction Bioéconomie et Energies Renouvelables

## SOMMAIRE

<b>RÉSUMÉ</b> .....	<b>5</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>6</b>
<b>1. RAPPEL SUR LES OBJECTIFS ET LE PHASAGE GLOBAL DU PROGRAMME « PHOTOVOLTAÏQUE ET BIODIVERSITE »</b> .....	<b>7</b>
1.1. Rappel des objectifs globaux du programme .....	7
1.2. Phasage global de la démarche .....	7
1.3. Rappel des enseignements clés tirés de la Phase 1 du programme.....	7
<b>2. PRESENTATION SYNTHETIQUE DE LA METHODOLOGIE DE L'ETUDE</b> .....	<b>8</b>
2.1. Objectifs clés de cette étude .....	8
2.2. Périmètre et cadre de l'analyse.....	8
2.3. Gouvernance.....	9
2.3.1. Composition et rôle des parties prenantes de l'étude .....	9
2.3.2. Processus opérationnel .....	9
2.4. Méthodologie de l'étude.....	11
2.4.1. Synthèse du niveau de connaissance des incidences du PV au sol sur la biodiversité .....	11
2.4.2. Sélection de 4/5 incidences identifiées comme prioritaires à étudier .....	12
2.4.3. Formulation des questions scientifiques précises relatives aux incidences retenues.....	13
2.4.4. Méthodologie appliquée pour déterminer les moyens globaux à déployer pour répondre aux questions listées.....	13
2.4.4.1. Définition d'une méthodologie de réponse aux questions .....	13
2.4.4.2. Evaluation de la faisabilité et pertinence de répondre à chaque question sélectionnée dans la suite de ce programme .....	14
<b>3. PRESENTATION SYNTHETIQUE DES RESULTATS DE L'ETUDE</b> .....	<b>16</b>
3.1. Synthèse du niveau de connaissance des incidences du PV au sol sur la biodiversité .....	16
3.1.1. Base de l'approche de la cartographie.....	16
3.1.2. Complétudes de la cartographie via les connaissances issues de la Phase 1 et de l'analyse des rapports bibliographiques récents sur la thématique .....	20
3.1.3. Bilan sur la cartographie des incidences .....	21
3.2. Présentation des cinq incidences identifiées comme prioritaires à étudier .....	21
3.3. Questions scientifiques retenues .....	24
3.4. Moyens globaux à mettre en œuvre dans la suite du programme pour répondre à chaque question identifiée .....	25
3.4.1. Présentation des étapes et modalités communes aux réponses aux questions .....	25
3.4.1.1. Travail bibliographique et cadrage préliminaire.....	25
3.4.1.2. Récolte et analyse des données existantes .....	25
3.4.1.3. Récolte de données complémentaires .....	25
3.4.1.4. Analyse et synthèse des résultats .....	26
3.4.2. Présentation des modalités et moyens à déployer par question scientifique retenue .....	26
3.4.2.1. Modalités et moyens spécifiques concernant la question 1a .....	26
i. Ebauche simplifiée de la méthodologie de réponse à la question 1a .....	26
o. Quels protocoles existants et pertinent identifiés pour répondre à la question 1a ? .....	26
o. Quel besoin d'adaptation des protocoles en vue de leur standardisation et quels délais avant déploiement sur site (Q1a) ? .....	27
o. Quelle quantité de données mobilisable issue de la BDD de la Phase 1 de ce programme (Q1a) ? 27	
o. Quels moyens à déployer spécifiques à la question 1a d'ores et déjà identifiés ? .....	27

ii. Estimation de la faisabilité de répondre à la question 1a dans le cadre d'une poursuite du programme.....	27
3.4.2.2. Modalités et moyens spécifiques concernant la question 1b.....	28
i. Ebauche simplifiée de la méthodologie de réponse à la question 1b.....	28
o Quels protocoles existants et pertinent identifiés pour répondre à la question 1b ?.....	28
o Quel besoin d'adaptation des protocoles en vue de leur standardisation et quels délais avant déploiement sur site (Q1b) ?.....	29
o Quelle quantité de données mobilisable issue de la BDD de la Phase 1 de ce programme (Q1b) ?	29
o Quels moyens à déployer spécifiques à la question 1b d'ores et déjà identifiés ?.....	29
ii. Estimation de la faisabilité de répondre à la question 1b dans le cadre d'une poursuite du programme.....	29
3.4.2.3. Modalités et moyens spécifiques concernant la question 2.....	30
i. Ebauche simplifiée de la méthodologie de réponse à la question 2.....	30
o Quels protocoles existants et pertinent identifiés pour répondre à la question 2 ?.....	31
o Quel besoin d'adaptation des protocoles en vue de leur standardisation et quels délais avant déploiement sur site (Q2) ?.....	31
o Quelle quantité de données mobilisable issue de la BDD de la Phase 1 de ce programme (Q2) ?	31
o Quels moyens à déployer spécifiques à la question 2 d'ores et déjà identifiés ?.....	31
ii. Estimation de la faisabilité de répondre à la question 2 dans le cadre d'une poursuite du programme.....	31
3.4.2.4. Modalités et moyens spécifiques concernant la question 3.....	33
i. Ebauche simplifiée de la méthodologie de réponse à la question 3.....	33
o Quels protocoles existants et pertinent identifiés pour répondre à la question 3 ?.....	33
o Quel besoin d'adaptation des protocoles en vue de leur standardisation et quels délais avant déploiement sur site (Q3) ?.....	33
o Quelle quantité de données mobilisable issue de la BDD de la Phase 1 de ce programme (Q3) ?	33
o Quels moyens à déployer spécifiques à la question 3 d'ores et déjà identifiés ?.....	34
ii. Estimation de la faisabilité de répondre à la question 3 dans le cadre d'une poursuite du programme.....	34
3.4.2.5. Modalités et moyens spécifiques concernant la question 4.....	36
i. Ebauche simplifiée de la méthodologie de réponse à la question 4.....	36
o Quels protocoles existants et pertinent identifiés pour répondre à la question 4 ?.....	36
o Quel besoin d'adaptation des protocoles en vue de leur standardisation et quels délais avant déploiement sur site (Q4) ?.....	36
o Quelle quantité de données mobilisable issue de la BDD de la Phase 1 de ce programme, (Q4) ?	37
o Quels moyens à déployer spécifiques à la question 4 d'ores et déjà identifiés ?.....	37
ii. Estimation de la faisabilité de répondre à la question 4 dans le cadre d'une poursuite du programme.....	37
3.4.2.6. In fine, quels indicateurs et protocoles à définir pour répondre à l'ensemble des questions dans la suite du programme ? .....	40

**4. CONCLUSION / PERSPECTIVES ..... 41**

**REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES ..... 42**

**INDEX DES TABLEAUX ET FIGURES ..... 43**

**SIGLES ET ACRONYMES..... 44**

## RÉSUMÉ

La présente étude s'intègre dans le programme « PV et biodiversité » financé par le SER, Enerplan et l'ADEME visant à contribuer à la quantification de l'impact des projets photovoltaïques au sol sur la biodiversité en France métropolitaine et à développer des pratiques opérationnelles les moins impactantes possible sur l'environnement. Elle fait suite à la première phase du programme « PV et biodiversité » (2019-2021) qui avait comme objectif d'exploiter et de valoriser les données issues d'études d'impacts et suivis réglementaires sur un large échantillon de parcs photovoltaïques au sol en France métropolitaine et a visé à préfigurer les prochaines étapes du programme. Cette nouvelle phase avait pour objectif d'identifier quelques sujets prioritaires à étudier concernant les effets des projets photovoltaïques sur la biodiversité.

Elle a permis de réaliser une cartographie des connaissances et enjeux liés à l'incidence du PV au sol sur la biodiversité en France métropolitaine, d'identifier les questions scientifiques prioritaires à étudier pour améliorer la connaissance et les pratiques sur le sujet mais également de mener des réflexions sur les protocoles à déployer pour répondre à ces questions tout en étudiant leur faisabilité d'y répondre dans le cadre d'une poursuite de ce programme.

Le bilan sur la cartographie des connaissances a pointé un besoin de mieux quantifier l'impact du PV au sol sur la biodiversité en France métropolitaine sur des sujets liés à différentes expertises associées à des données scientifiques diverses qui ne pourront pas toutes être traitées dans le cadre de ce programme. Ce bilan a mis en exergue la nécessité d'identifier quelques incidences potentielles sur lesquelles les données d'études d'impacts et de suivis réglementaires environnementaux pourraient être mobilisées afin d'améliorer les connaissances sur ces sujets.

Les questions scientifiques retenues portent sur l'incidences d'éléments constitutifs de projets PV vis-à-vis de cinq entités biologiques majeures : l'avifaune, les chiroptères, les milieux ouverts, les zones humides et les milieux aquatiques. Les résultats ont montré que certains protocoles devront être définis dans le cadre de futurs travaux pour répondre à des pans de questions spécifiques et que des protocoles de suivis standardisés pour le PV au sol regroupant les aspects soulevés par les questions le concernant pourraient être dissociés de protocoles de suivis pour le PV flottant.

Si la préfiguration des prochaines étapes du programme tend vers une complétude de ces travaux, des recommandations à destination des porteurs de projets dans le cadre des futures études d'impacts à réaliser au sein des parcs PV au sol pourraient être rédigées dans l'optique d'améliorer les pratiques opérationnelles de la filière au regard des enjeux de préservation de la biodiversité.

## ABSTRACT

This study is part of the "PV and biodiversity" program funded by SER, Enerplan and ADEME, which aims to help quantify the impact of ground-mounted photovoltaic projects on biodiversity in mainland France and to develop operational practices that have the least possible impact on the environment. It follows on from the first phase of the "PV and Biodiversity" program (2019-2021), which aimed to use and develop data from impact studies and regulatory monitoring on a large sample of ground-mounted photovoltaic farms in mainland France, and was intended to foreshadow the next stages of the program. The aim of this new phase was to identify a number of priority topics for study concerning the effects of photovoltaic projects on biodiversity.

It was used to map out the knowledge and issues relating to the impact of ground-mounted PV on biodiversity in mainland France, to identify the priority scientific questions to be studied in order to improve knowledge and practices on the subject, and also to consider the protocols to be deployed to answer these questions while studying the feasibility of answering them as part of a continuation of this program.

The report on the mapping of knowledge pointed to a need to better quantify the impact of ground-mounted PV on biodiversity in mainland France on subjects linked to various expert reports associated with diverse scientific data that cannot all be dealt with in the context of this program. This review has highlighted the need to identify a number of potential impacts on which data from impact studies and regulatory environmental monitoring could be mobilised in order to improve knowledge on these subjects.

The scientific questions selected concerned the impact of PV project components on five major biological entities: avifauna, chiropterans, open habitats, wetlands and aquatic environments. The results showed that certain protocols will have to be defined as part of future work to answer specific questions, and that standardised monitoring protocols for ground-mounted PV covering the aspects raised by the questions concerning it could be dissociated from monitoring protocols for floating PV.

If the prefiguration of the next stages of the program tends towards a completion of this work, recommendations for project developers in the context of future impact studies to be carried out on ground-mounted PV parks could be drafted with a view to improving the industry's operational practices with regard to the challenges of preserving biodiversity.

# 1. Rappel sur les objectifs et le phasage global du programme « Photovoltaïque et biodiversité »

---

## 1.1. Rappel des objectifs globaux du programme

Le manque de recul et de consensus sur les caractéristiques réelles de l'**impact des parcs photovoltaïques au sol sur la biodiversité** est un problème pour tous les acteurs (développeurs, pouvoirs publics, associations) dans la mesure où ces éléments de connaissance devraient constituer le socle sur lequel bâtir les politiques publiques « Eviter Réduire Compenser » et définir les **conditions souhaitables d'implantation et de gestion** des centrales photovoltaïques en France.

Le **Plan d'actions ministériel pour accélérer le développement du photovoltaïque** pointe la nécessité de mieux documenter les impacts des parcs photovoltaïques au sol sur la biodiversité pour concilier enjeux de déploiement de la filière et préservation de la biodiversité en France.

La démarche initiée en 2019 par le SER, ENERPLAN en partenariat avec l'ADEME et l'OFB se place pleinement en ligne avec les besoins identifiés de **retours et partage d'expériences sur le terrain**.

L'objectif de ce programme est d'exploiter les données existantes issues des études d'impacts et suivis environnementaux de centrales photovoltaïques au sol en France métropolitaine pour améliorer notre connaissance de l'impact de la filière sur la biodiversité. A terme, les connaissances acquises par le programme permettront de mieux identifier les **bonnes pratiques opérationnelles** à déployer lors des différentes phases de vie d'un projet et de compléter les **recommandations existantes à destination des porteurs de projets et des autorités environnementales sur les suivis réglementaires** à mettre en place au sein des parcs photovoltaïques (ci-après PV) au sol et flottant dans un futur proche.

La filière pourra alors s'appuyer sur cette étude afin d'adapter sa **stratégie de prise en compte de la biodiversité**, contrainte mais aussi opportunité pour le développement des centrales solaires sur le territoire.

Les programmes de recherches terrains ou d'autres approches bibliographiques menés sur le long terme sont complémentaires de cette démarche (ex. PIESO, PHOTODIV, REMEDE, ENVOLtaïque etc.) et non à opposer à cette étude. Celle-ci vise à **analyser des données environnementales particulières, celles issues d'études d'impact et de suivis réglementaires**.

## 1.2. Phasage global de la démarche

La **première phase du programme « PV et biodiversité » a été initiée fin 2019** par Enerplan et le SER et a duré environ 14 mois. L'étude s'est réalisée avec le soutien technique de l'ADEME et le soutien financier des régions Nouvelle-Aquitaine, Occitanie et Provence-Alpes-Côte d'Azur. Elle visait à récolter les données d'études d'impact environnemental et de suivis naturalistes existants sur une centaine de centrales solaires au sol dans trois régions de France métropolitaine dans le but de tirer des premiers enseignements sur le contenu et l'exploitabilité de ces suivis dans le cadre de l'amélioration des connaissances de l'impact de centrales solaires au sol sur la biodiversité.

Dans le cadre d'une poursuite de ce programme, **la présente étude a été lancée en septembre 2022** par le SER, Enerplan et en partenariat technique avec l'ADEME et l'OFB dans le but d'identifier des questions scientifiques précises à adresser dans les prochaines étapes du programme et de réaliser une première estimation des moyens à déployer pour y répondre le cas échéant. **Elle doit se finaliser fin septembre 2023**. Si elles ont lieu, les prochaines étapes du programme pourraient se réaliser sur le plus ou moins court terme en fonction des sujets à adresser.

## 1.3. Rappel des enseignements clés tirés de la Phase 1 du programme

A travers l'analyse de plus de 300 documents sur plus de 100 parcs PV au sol dans trois régions de France métropolitaine (Nouvelle-Aquitaine, Occitanie et Provence-Alpes-Côte d'Azur), la première phase du programme a permis de **renforcer les connaissances** sur :

- Les **données naturalistes disponibles** (suivis, groupes d'espèces les plus étudiées), les protocoles de suivis (méthodes, fréquence, durée) ;
- Le niveau de **détail de la description** des parcs PV et de leur milieu environnant ;
- L'**identification de premiers enjeux clés** liés à l'impact des centrales photovoltaïques au sol sur la biodiversité.

**Plusieurs biais et difficultés** ont cependant été identifiés dans le cadre du programme « PV et biodiversité », dont notamment :

- Une **hétérogénéité des données** recensées, tant quantitative que qualitative, sur les espèces et milieux mais également sur la description des parcs et leurs pratiques de gestion ;

- Une nécessité d'intégrer à l'analyse **l'historique du mode d'occupation des sols** avant implantation des projets ;
- L'importance de caractériser et de **prendre en compte les milieux à proximité** des parcs photovoltaïques ;
- Un **besoin de récolter un grand nombre de données** sur certaines espèces clés.

Enfin, dans le cadre de ce programme, ces enseignements ont **mis en exergue la nécessité** :

- **D'identifier les questions scientifiques précises** à adresser dans le cadre de ce programme et pour lesquelles une réponse satisfaisante pourrait être apportée grâce à l'exploitation **des données d'études d'impacts** et suivis environnementaux ;
- De **dimensionner les moyens à déployer** pour répondre à chacune de ces questions ;
- D'éclairer les acteurs de la filière et les services instructeurs sur les **protocoles à mettre en place** au sein des centrales photovoltaïques au sol existantes et futures pour répondre aux questions retenues mais également sur les **bonnes pratiques opérationnelles** à mettre en œuvre par les porteurs de projets lors des différentes phases de vie d'un projet.

A noter, l'ensemble de la méthodologie d'analyse et des résultats de la Phase 1 du programme sont détaillés dans son rapport d'étude, disponible sur le site internet d'Enerplan et du SER via [ce lien](#).

## 2. Présentation synthétique de la méthodologie de l'étude

### 2.1. Objectifs clés de cette étude

L'**objectif final de cette étude exploratoire est d'estimer la pertinence de réaliser les prochaines étapes du programme « PV et Biodiversité »** en faisant d'une part ressortir les questions qui semblent les plus prioritaires à étudier sur l'impact du PV sur la biodiversité dans le cadre de ces travaux et en étudiant la faisabilité d'y répondre dans le cadre du présent programme. Les principaux travaux réalisés pour atteindre ces objectifs sont détaillés dans la partie 2.3.2.

En fonction des résultats de cette étude, les membres du comité de suivi proposeront, lors d'une réunion, **l'éventuelle préfiguration de la complétude de ce programme** visant à répondre aux questions retenues.

La poursuite du programme viserait à date à répondre aux objectifs suivants :

- **Identifier et formuler des recommandations sur les modalités de mises en œuvre des futures études d'impacts et suivis réglementaires** environnementaux au sein des parcs PV au sol en France métropolitaine (en lien avec les données nécessaires identifiées pour répondre aux questions évaluatives retenues) sous la forme d'un **guide national** à destination des porteurs de projets (par exemple) ;
- **Construire une plateforme standardisée pour le recueil et la compilation des données terrains** issues des suivis environnementaux mis en œuvre pour garantir et faciliter leur exploitation sur le court/moyen/long termes ;
- **Exploiter et analyser ces données pour évaluer au mieux** les incidences du PV sur la biodiversité à étudier **dans le cadre de ce programme** (BDD qui pourra être transmise aux scientifiques à l'issue du programme si souhaité) ;
- **Identifier les pratiques limitant le plus possible l'impact du PV au sol** sur les espèces et milieux naturels de France métropolitaine pour diffusion sous forme d'un **guide national** à destination des porteurs de projets (par exemple).

### 2.2. Périmètre et cadre de l'analyse

Dans un premier temps, une recherche bibliographique sur les enjeux majeurs liés au photovoltaïque et à la biodiversité a été menée à **l'échelle mondiale**. Ensuite, la recherche s'est concentrée sur la **France métropolitaine** pour identifier les besoins en termes de retours d'expérience sur le sujet. Cette étude porte sur les centrales **photovoltaïques au sol** en général, y compris les **centrales agrivoltaïques** et le **PV flottant**.

Il convient de rappeler que l'analyse de la faisabilité de répondre aux questions identifiées dans le cadre de cette étude a été réalisée **dans le cadre des données environnementales d'études d'impact et de suivis réglementaires** menées sur les centrales solaires au sol situées en France métropolitaine.

## 2.3. Gouvernance

### 2.3.1. Composition et rôle des parties prenantes de l'étude

La gouvernance de cette étude a été assurée sous la direction administrative du SER, maître d'ouvrage référent de l'étude, et à travers trois instances de gouvernance :

- **Un comité de suivi (COSUI)** a été réuni à plusieurs reprises pour accompagner l'avancée des travaux et valider les résultats selon le calendrier de la mission décrit dans la Figure 1. Le COSUI était composé du SER, d' Enerplan et de l' ADEME (co-financeurs), de l' OFB (partenaire technique) et du groupement de prestataires en charge de la réalisation de l' étude, le cabinet de conseil en stratégie environnementale I Care et le bureau d' études naturalistes Biotope ;
- **Un comité d'experts (COMEX)** a été réuni pour donner son regard et son expertise sur la liste des questions prioritaires à adresser dans les prochaines étapes potentielles du programme et sur la méthode à déployer pour y répondre (cf. détail de sa composition dans la partie suivante) ;
- **Un groupe miroir des adhérents du SER et d'Enerplan** a été constitué lors de la phase de recrutement du COMEX. Ce groupe de travail a permis à deux porte-paroles du GT miroir du SER et d'Enerplan de représenter les porteurs de projets et les syndicats de l'énergie solaire en réunion de concertation avec le COMEX et de transmettre les commentaires des professionnels du PV sur les sujets à discuter. Il a également facilité la transmission d'informations au sein des adhérents au cours de la mission.

*In fine*, ce projet a été mené en co-construction avec Enerplan, le SER, ses adhérents, les membres du Comité de suivi et du Comité d'experts afin d'assurer la pertinence et l'appropriation des résultats par l'écosystème d'acteurs de la filière PV.

A noter :

- Un pan de la méthodologie de l'étude a également nécessité en complément la confrontation plus poussée des résultats de la part d'un **expert du MNHN dans le domaine des modalités de suivis environnementaux**. Son retour critique a notamment été récolté sur la méthodologie de sélection des incidences prioritaires à étudier dans le cadre d'une poursuite de ce programme ;
- **Des entretiens ad-hoc** ont eu lieu avec certains membres du Comex lorsque les besoins en retours d' expériences le nécessitait, notamment sur les thématiques milieux humides et aquatiques (ex : projet Solflux et Solake) ;
- **Un groupe de travail regroupant des experts naturalistes (GT naturaliste)** qui réalisent les inventaires écologiques lors des études d'impacts et les suivis environnementaux règlementaires a également été constitué au sein du bureau d'étude Biotope. Ce GT naturaliste a permis d'avoir une meilleure vision de ce qui est réalisable, répliquable et pertinent à récolter pour étudier les incidences retenues. Celui-ci a notamment été mobilisé lors du remplissage des critères de sélection des incidences prioritaires à analyser et lors de la définition des questions scientifiques précises à étudier dans la suite du programme.
- Les **résultats finaux présentés dans cette Note n'engage aucunement la responsabilité des membres du COMEX**.

### 2.3.2. Processus opérationnel

Cette étude a été réalisée en plusieurs temps clés dont la coordination est détaillée dans la Figure 1 ci-dessous. C'est à l'issue de cette mission que sera examinée l'opportunité de compléter le programme PV et biodiversité, en précisant notamment son contenu et la manière de répondre à ses objectifs.

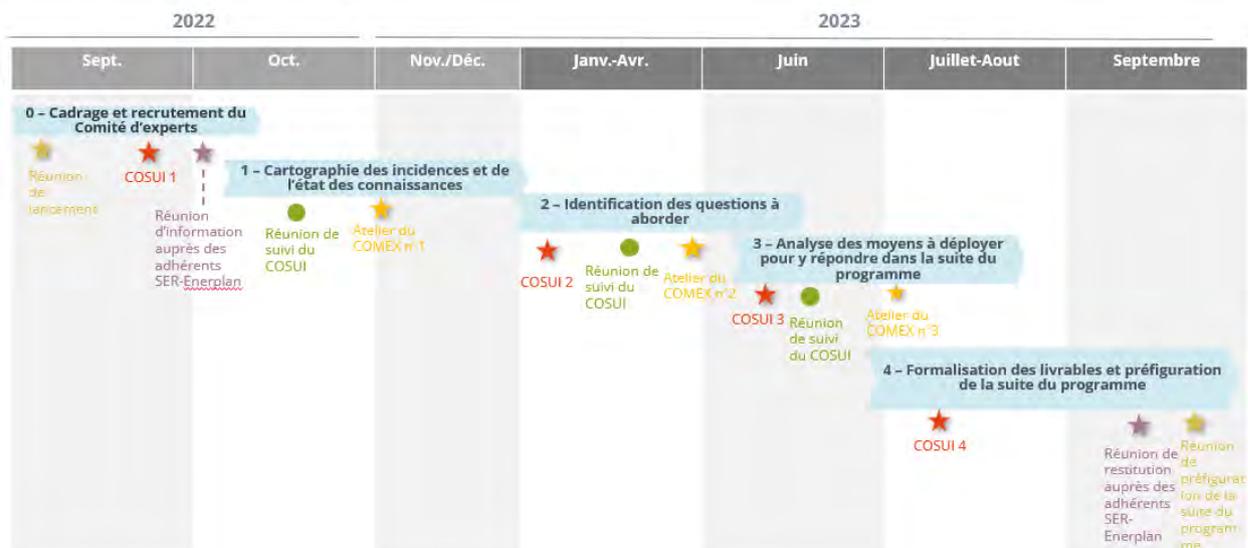


Figure 1. Calendrier de la mission

### i. Cadrage et recrutement du COMEX

Une première réunion avec les membres du COSUI a été organisée en début de mission pour valider le cadrage et le périmètre de cette étude, ainsi que la composition du comité d'experts.

La composition du COMEX a été déterminée en fonction des besoins en expertises liés à l'étude des incidences du PV sur la biodiversité (cf. Tableau 5).

- Le nombre de participants à ce comité d'experts a été limité à 30 personnes afin de garantir son bon fonctionnement et son efficacité lors des concertations.
- La liste des différents experts composant le COMEX et leurs domaines d'expertises principaux associés est présentée ci-dessous :
  - Programmes terrains de recherches spécifiques PV et biodiversité :
    - Sols (Raphaël Gros, IMBE) ;
    - Ecologie des écosystèmes terrestres et des zones humides (Francis Isselin, CNRS-CITERES) ;
    - Oiseaux (Nicolas Kaldonski, IMBE) ;
    - Insectes (Bertrand Schatz, CEFÉ) ;
    - Flore / Insectes (Programme PIESO, Thierry Tatoni, CNRS-IMBE) ;
    - Forêts (Sonia Said, OFB) ;
    - Herpétofaune / Mammifères (Olivier Delzons, MNHN) ;
    - Chiroptères (Yves Bas et Christian Kerbirou, MNHN) ;
    - Milieux lacustres / Cycles biogéochimiques et faune (Julien Cucherousset, CNRS) ;
    - Milieux lacustres / Faune aquatique (Hector Rodriguez-Perez, OFB).
  - Observatoires PV et biodiversité :
    - Suivis environnementaux (Geoffroy Marx, LPO) ;
    - Base de données nationales (Depobio) (Philippe Gourdain, MNHN).
  - Retours des instructions règlementaires :
    - DREALs (Nathalie Greslier et Vanessa Rispal) et DREAL Nouvelle-Aquitaine ;
    - Etudes d'impacts et suivis environnementaux règlementaires (Brian Padilla, MNHN) ;
    - Retours des instructions règlementaires (Jean-François Silvain, CNPN/CSRPN).
  - Retours terrains installations PV :
    - GT miroir au COMEX (Sylvie Cousse, Baywa.r.e et Marko Ilicic, Eurocape) ;
    - CEN (Keiréna Laine, Réseau CEN) ;
    - CREXECO (Hervé Lelièvre) ;
    - Ingénierie en écologie spécialisée PV : Référent UPGE (Alexandre Cluchier, ECO-MED).

Une réunion d'information à destination des adhérents d'Enerplan et du SER a également été organisée en début de mission afin d'acculturer les professionnels du PV au phasage de l'étude et de les informer des futures recommandations sur les suivis qui découleraient de la poursuite de ce programme.

### ii. Temps de réalisation des travaux

Suite au cadrage et recrutement du comité d'experts, **plusieurs travaux successifs** ont été réalisés par les prestataires :

- **La cartographie du niveau de connaissance des incidences du PV sur la biodiversité** à l'échelle mondiale et en France métropolitaine et **l'identification des incidences qui restent à objectiver** en France métropolitaine (cf. Tableau 5) ;
- L'identification de **4-5 incidences qui ressortent comme prioritaires à étudier** dans le cadre du présent programme « PV et Biodiversité » et de la méthodologie de sélection appliquée ;
- La **formulation des questions scientifiques précises qu'il serait pertinent d'adresser** dans la suite de ce programme pour mieux quantifier chacune des incidences retenues (ie. identification d'une question évaluative par incidence) ;
- L'identification des **moyens à déployer pour répondre de manière satisfaisante à chacune de ces questions scientifiques** précises dans le cadre de ce programme
- La réalisation d'une **étude de faisabilité simplifiée** pour le déploiement de ces méthodologies afin de pouvoir répondre à court ou moyen terme à ces questions dans le cadre d'une complétude de ce programme.

Il est à noter que l'affinage et le détail des futurs protocoles à standardiser seront réalisés dans le cadre d'une complétude de ce programme, si ce travail est demandé.

Le détail du processus d'intégration des retours d'experts successifs est précisé dans les parties respectives de la Méthodologie de l'étude, mais de façon générique :

- Les critiques, remarques et recommandations des membres du Comité d'experts concernant les résultats respectifs issus des travaux réalisés par les prestataires ont été collectés lors de trois ateliers de concertation tout au long de la mission. Ceci avait pour objectif d'améliorer leur qualité globale et de les enrichir.
- De plus, des sollicitations complémentaires du comité d'experts ont eu lieu au cours de la mission pour valider ou enrichir des éléments spécifiques. Ces sollicitations ont pris la forme de réunions ad hoc ou de sollicitations par e-mail.
- Avant chaque atelier, une réunion de validation des supports et des méthodes d'animation à déployer a été organisée avec les membres du COSUI.
- Après chaque atelier, des réunions du COSUI ont eu lieu pour valider les résultats et ajuster la méthodologie en prenant en compte les retours des experts.

### **iii. Formalisation des résultats et préfiguration des prochaines étapes du programme PV et biodiversité**

A l'issue de ces travaux, la liste des questions qui paraissent les plus prioritaires à adresser dans le cadre d'une complétude de ce programme, avec leurs méthodes de réponse associées, a été dressée. La restitution des résultats finaux de l'étude aux adhérents du SER et d'Enerplan a été réalisée au cours d'une réunion de présentation fin septembre 2023.

In fine, une dernière réunion de COSUI est organisée pour valider l'opportunité de poursuivre la mise en œuvre de ce programme. Le cas échéant, les membres du COSUI proposeront à l'issue de la réunion de préfiguration l'éventuelle dimensionnement des prochaines étapes du programme (questions finales à étudier, grandes étapes à mettre en œuvre, durée, experts à recruter, etc.).

## **2.4. Méthodologie de l'étude**

### **2.4.1. Synthèse du niveau de connaissance des incidences du PV au sol sur la biodiversité**

Dans le cadre de cette étude, une recherche des revues systématiques et rapports de synthèse de connaissances sur les incidences des centrales solaires au sol sur la biodiversité en France et dans le monde a été menée afin de compléter la synthèse bibliographique réalisée au cours de la Phase 1 de ce programme en 2020.

Cette recherche s'est focalisée sur le contenu des rapports et documents de synthèse publiés depuis 2021 sur le sujet, et non sur l'ensemble des résultats des articles scientifiques publiés sur l'effet des parcs photovoltaïques sur la biodiversité. Les publications de synthèse sur le sujet ont été récoltées via le moteur de recherche google scholar et google mais également grâce aux recommandations bibliographiques des membres du Comité de suivi (COSUI) et du Comité d'experts (COMEX).

Il s'agissait d'identifier :

- Les éléments constitutifs d'un projet PV et composantes biologiques pour lesquels pas ou peu de lien de cause à effet sont estimés à ce jour ;
- Ceux pour lesquels les effets sont connus et pour lesquelles il existe déjà globalement un consensus sur l'impact ;
- Ceux pour lesquels l'impact est prévisible mais un manque de connaissances ou de consensus a été recensé par la communauté scientifique.

A partir de ces documents de synthèse, une première cartographie des incidences avérées ou prévisibles du PV au sol sur la biodiversité a été proposée aux membres du Comité d'experts de l'étude. Leurs avis critiques et recommandations ont permis d'affiner les résultats et d'aboutir au Tableau 5 présenté dans la partie Résultats.

Il est à noter qu'une cartographie de la littérature scientifique et technique menée depuis 2022 par l'OFB et le MNHN sur le sujet a également servi à nourrir ces résultats. Ces travaux s'inscrivent dans le cadre du projet Solaire PB financé par la Fondation pour la recherche sur la biodiversité (FRB). Ils visent à identifier les lacunes et les besoins en connaissances sur la problématique des incidences des installations photovoltaïques sur la faune, la flore et les écosystèmes (Lafitte et al. 2022).

#### 2.4.2. Sélection de 4/5 incidences identifiées comme prioritaires à étudier

Au vu du nombre d'incidences prévisibles des projets PV sur la biodiversité potentiellement intéressant à étudier, il a été nécessaire de réaliser une hiérarchisation de ces incidences potentielles afin de sélectionner quelques incidences prioritaires à analyser à court et moyen terme dans le cadre d'une poursuite potentielle de ce programme. Cette hiérarchisation a nécessité la définition de plusieurs critères élaborés par les prestataires I Care-Biotope et améliorés grâce à la prise en compte de retours d'experts, et notamment ceux d'un spécialiste sur le sujet des modalités de suivis environnementaux au sein des centrales solaire au sol en France métropolitaine. Finalement, quatre critères ont été retenus :

- **Critère A : Importance relative de la nécessité de quantifier les incidences PV sur les entités écologiques concernées** selon les scientifiques en France métropolitaine. Ce critère a été appliqué sur la base de la cartographie du niveau de connaissance des incidences PV sur la biodiversité. Ont été retenues les incidences pour lesquelles une absence de consensus scientifique ou un manque de connaissances a pu être identifié (cf. cases gris clair du Tableau 5. Synthèse du croisement entre les éléments constitutifs d'un projet PV et les composantes biologiques potentiellement impactées Tableau 5).
- **Critère B : valeur parapluie relative des groupes taxonomiques, milieux naturels ou fonctionnalités écologiques listées** (ie. Importance du rôle écologique joué pour le bon maintien d'un écosystème). Ce critère a été appliqué uniquement au niveau des entités biologiques sans distinction des incidences potentielles. Une note de 1 à 3 a été attribuée à chaque entité biologique (Cf Tableau 1 détaillé ci-dessous).

Tableau 1 : Critère B - Valeur parapluie des entités biologiques listées

Echelle de notation relative de la valeur parapluie attribuée aux groupes d'entités écologiques listés (évaluation qualitative - sur dire d'experts)	Valeur parapluie
3	Elevée par rapport à la valeur parapluie globale des groupes taxonomiques, des milieux ou des fonctions écologiques listées
2	Moyennement élevée par rapport à la valeur parapluie globale des groupes taxonomiques, des milieux ou des fonctions listées
1	Limitée par rapport à la valeur parapluie globale des groupes taxonomiques, des milieux ou des fonctions écologiques listées

- **Critère C : niveau de vulnérabilité des groupes taxonomiques, milieux naturels ou fonctionnalités écologiques listées.** Ce critère a consisté à caractériser le niveau de vulnérabilité sur chaque entité écologique. Cette caractérisation a été faite en trois niveaux (Tableau 2) :

Tableau 2 : Critère C : niveau de vulnérabilité des entités biologiques listées

Echelle de notation du niveau de vulnérabilité des groupes d'entités écologiques listés (évaluation qualitative - croisant analyse bibliographique et dire d'experts*)	Vulnérabilité
--	---------------

<b>3</b>	<b>Elevée</b> : taux moyen de menace au sein du groupe d'entité écologique supérieur à 20 % (Liste rouge UICN pour les groupes taxonomiques, à dire d'experts concernant les habitats et pour les fonctions écologiques)
<b>2</b>	<b>Moyennement élevée</b> : taux moyen de menace au sein du groupe d'entité écologique situé entre 10 et 20% (Liste rouge UICN) pour les groupes taxonomiques, à dire d'experts concernant les habitats et pour les fonctions écologiques
<b>1</b>	<b>Limitée</b> : taux moyen de menace au sein du groupe d'entité écologique inférieur à 10% (Liste rouge UICN ou estimation sur dire d'experts)
*Pourcentages d'espèces menacées par groupes taxonomiques établis grâce au bilan de l'UICN sur les Listes rouges pour les entités Faune et Flore et sur avis d'experts pour les milieux naturels et fonctionnalités écologiques	

- **Critère D : Importance relative de l'incidence prévisible de la pression PV sur le groupe taxonomique, le milieu ou la fonction écologique étudiée** (uniquement sur les entités écologiques retenues suite à l'application des critères A à C) et sur dire d'experts. Cette importance relative a été évaluée qualitativement sur deux niveaux (Tableau 3) :

Tableau 3. Critère D : importance relative de l'incidence de la pression PV sur les entités biologiques listées

Echelle de notation de l'importance relative de la pression PV (évaluation qualitative - sur dire d'expert)	Importance relative de la pression PV
<b>2</b>	<b>Importante</b> : Incidence PV qui touche une proportion importante du parc et/ou qui perdure dans le temps par rapport à la durée de vie d'un parc photovoltaïque et qui engendre des effets potentiels sur la biodiversité relativement importants
<b>1</b>	<b>Limitée</b> : Incidence PV assez spécifique, sur des zones géographiques limitées ou des périodes réduites par rapport à la durée de vie d'un parc photovoltaïque et qui engendre des effets sur la biodiversité relativement limités ou restreints géographiquement.

Ce processus de sélection a permis de faire ressortir cinq entités biologiques et une à deux incidences prévisibles prioritaires par entités. Un travail de formulation de question a ensuite été réalisé sur chaque entité biologique retenue.

### 2.4.3. Formulation des questions scientifiques précises relatives aux incidences retenues

Une première formulation des questions a été proposée par le groupement suite à la concertation des experts du GT naturaliste de Biotopie. Ces questions ont été soumises à un comité d'experts pour avis critique. La prise en compte de leurs retours a permis d'affiner cette première proposition de questions. Les remarques complémentaires et les suggestions de positionnement du comité de suivi ont in fine permis d'aboutir à la liste finale des questions à retenir pour la suite du programme.

### 2.4.4. Méthodologie appliquée pour déterminer les moyens globaux à déployer pour répondre aux questions listées

#### 2.4.4.1. Définition d'une méthodologie de réponse aux questions

Une première proposition de phasage générique de la méthodologie de réponse aux questions retenues dans le cadre de cette étude a été présentée et validée par les membres du Comité de suivi. Ces phases, divisées en étapes, ont ensuite été challengées et précisées lors du troisième atelier du Comité d'experts. L'objectif était d'affiner et de préciser chaque phase de travail en se basant sur les retours du COMEX, afin de faciliter le dimensionnement et l'analyse de faisabilité associée à la mise en œuvre de la méthodologie globale commune à chaque question. Les spécificités de chaque question ont ensuite été intégrées pour obtenir une méthodologie la plus précise possible.

La réflexion autour des moyens spécifiques à déployer s'est tournée autour de plusieurs axes :

- Quels protocoles existants et pertinents identifiés sur le sujet ?

- Quel besoin d'adaptation des protocoles en vue de leur standardisation et quels délais avant déploiement sur site ?
- Quelle quantité de données mobilisables issue de la BDD de la Phase 1 de ce programme ?
- Le cas échéant, quels moyens à déployer spécifiques à la question d'ores et déjà identifiés ?

Pour apporter des éléments de réponse relatifs au troisième axe d'analyse, l'exploitation biostatistique de la BDD de la Phase 1 (2020) a été réalisée sur l'ensemble des composantes biologiques suivies. Elle a permis d'identifier des données disponibles majoritairement sur les composantes biologiques suivantes : Oiseaux ; Reptiles ; Rhopalocères ; Flore.

Le cas échéant, les données qui pourraient faire l'objet d'une analyse et d'un travail d'enrichissement pertinent au regard des questions retenues ont été précisées.

Etant donné que depuis 2019 les suivis écologiques des centrales solaires au sol ont pu être améliorés, par exemple depuis la parution du guide national d'évaluation des fonctionnalités des zones humides, une consultation du GT miroir des adhérents du SER et d'Enerplan a été menée pour mettre à jour la liste des protocoles standards mis en place par les exploitants et nourrir le deuxième axe de réflexion cité ci-dessus.

En complément des discussions avec les membres du COMEX sur les moyens à déployer pour répondre à chaque question, des entretiens ont été réalisés avec quelques chercheurs spécialistes de points clés, en parallèle des ateliers du COMEX (Julien Cucherousset de l'université de Toulouse et Hector Rodriguez-Perez de l'OFB sur les milieux lacustres) pour apporter plus de précision à l'analyse.

#### 2.4.4.2. Evaluation de la faisabilité et pertinence de répondre à chaque question sélectionnée dans la suite de ce programme

##### o Principes fondamentaux de l'analyse de faisabilité réalisée

Ce travail complète l'ébauche de la méthodologie de réponse générique aux questions en apportant des précisions sur les moyens spécifiques à mettre en œuvre pour répondre de manière satisfaisante à chaque question retenue dans le cadre d'une complétude de ce programme. Il caractérise de manière globale le niveau de faisabilité et la pertinence de répondre à chacune des questions dans ce contexte au regard des efforts à déployer.

La caractérisation des moyens à déployer interroge la faisabilité technique de réaliser l'étape. Elle a visé à estimer la complexité technique globale, celle liée à la gouvernance et aux efforts de concertations nécessaires associant des experts pointus du sujet mais également le coût minimal indicatif et la durée de réalisation de chaque étape permettant d'obtenir des premiers résultats à court terme qui devront être consolidés dans le temps.

Ces volets, rappelés dans la Figure 2 ci-dessous, ont été évalués qualitativement grâce à une collecte des retours d'experts naturalistes mobilisés et des retours critiques des membres du COMEX et du COSUI.

##### o Caractérisation de la faisabilité technique de déploiement des protocoles

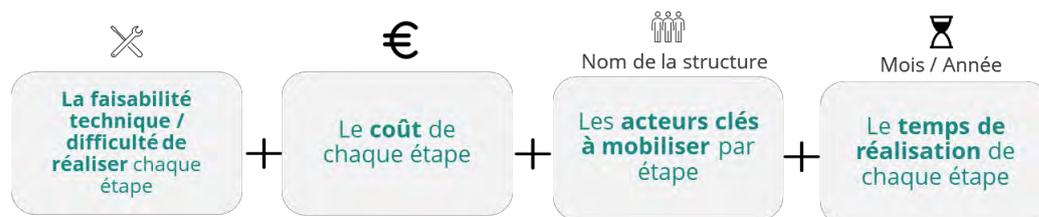


Figure 2. Axes d'analyse de l'étude de faisabilité technico-économique

Deux principaux critères de faisabilité technique ont été identifiés pour caractériser le niveau de complexité de mise en œuvre de chaque étape des méthodologies de réponses ébauchées :

- Les efforts techniques à déployer pour concevoir le protocole OU pour mettre en œuvre le protocole/l'étape
- La complexité de la gouvernance et l'effort de concertation avec des experts spécifiques du sujet

L'échelle des notations appliquées est présentée dans la figure ci-dessous.

## Légende du niveau de faisabilité technique

### Critère "Effort technique"

#### Critère "Effort technique à déployer pour concevoir le protocole"

Echelle de notation	Signification
1 = Relativement faible	Amélioration d'un protocole déjà existant
2 = Modéré	Développement d'un protocole à partir d'une base existante
3 = Important	Création d'un protocole scientifique spécifique

#### Critère "Effort technique à déployer pour mettre en œuvre le protocole/l'étape"

Echelle de notation:	Signification
1 = Relativement faible	Durée de mise en œuvre, fréquence, technicité des outils/matériaux, niveau(x) d'expertise(s) nécessaire(s) globalement faibles
2 = Modéré	Durée de mise en œuvre, fréquence, technicité des outils/matériaux, niveau(x) d'expertise(s) nécessaire(s) globalement modérés
3 = Important	Durée de mise en œuvre, fréquence, technicité des outils/matériaux, niveau(x) d'expertise(s) nécessaire(s) globalement élevés

### Critère "Complexité de gouvernance/effort de concertation"

Echelle de notation	Signification
1 = Relativement faible	Mobilisation et concertation acteurs de bureaux d'étude généralistes (I Care, Biotope) + cellule opérationnelle (SER/Enerplan, ADEME/OFB)
2 = Modéré	Mobilisation et concertation acteurs de BE généralistes & spécialistes et/ou exploitants PV (adhérents SER, Enerplan) + cellule opérationnelle
3 = Important	Mobilisation et concertation acteurs de BE généralistes & comité d'experts parties prenantes + cellule opérationnelle

Figure 3. Echelle de notation appliquée pour l'estimation du niveau de faisabilité technique d'apporter une réponse aux questions scientifiques retenues dans la suite du programme

#### o Estimation du coût de mise en œuvre de chaque protocole ébauché

Le calcul du coût global est ensuite obtenu grâce à la formule suivante :

$$\begin{array}{c} \text{Nombre de jours de} \\ \text{travail estimé par} \\ \text{grandes étapes (par} \\ \text{question)} \end{array} \times \begin{array}{c} \text{Taux journalier moyen} \\ \text{de la prestation} \end{array} = \begin{array}{c} \text{Coût global par question} \\ \text{(fourchette de prix donnée en €)} \end{array}$$

Figure 4. Estimation du coût global par question

Il est à préciser que :

- L'estimation des coûts (détaillés uniquement dans la version dédiée aux membres du COSUI) sont indicatifs et pourront évoluer plus ou moins significativement lors des chiffrages précis de chaque étape et en fonction des résultats des étapes précédentes ;
- les prix donnés de l'accompagnement à la mise en œuvre des suivis n'inclut pas le coût de réalisation des suivis préconisés, à la charge des porteurs de projets dans le cadre de la réalisation des études d'impacts et suivis réglementaires ;
- Les coûts estimés sont ceux de la définition des protocoles, notamment standards, du traitement des données et de la réalisation d'un premier bilan sur les résultats de suivis par question scientifique.

Du point de vue de la filière, les estimations sont donc partielles même si ces coûts peuvent être mutualisés avec ceux de la réalisation d'études d'impacts et suivis réglementaires.

#### o Estimation de la durée de mise en œuvre des protocoles

L'estimation de la durée minimale de mise en œuvre de chaque étape pour aboutir à un premier bilan des résultats a été réalisée sur dire d'experts. L'évaluation du nombre de mois estimés reste approximative à ce stade et ne constitue pas un chiffrage définitif.

## 3. Présentation synthétique des résultats de l'étude

### 3.1. Synthèse du niveau de connaissance des incidences du PV au sol sur la biodiversité

#### 3.1.1. Base de l'approche de la cartographie

Dans le cadre de la cartographie des incidences des parcs photovoltaïques sur la biodiversité, neuf rapports de synthèse ont été récoltés (cf. Tableau 4) depuis la recherche bibliographique réalisée au cours de la Phase 1 du programme (cf. Résultats de cette synthèse dans le Rapport de la Phase 1).

Tableau 4 : Principaux documents de synthèse sur les effets des projets photovoltaïques au sol et flottants depuis 2020

Titre	Auteurs	Date de publication	Description du contenu
Impacts écologiques des clôtures et solutions d'atténuation possibles. Clefs de compréhension & Guide de Bonnes Pratiques pour les centrales solaires photovoltaïques au sol	X-Aequo et OFB	2023	Ce document fait la synthèse de la connaissance des incidences écologiques des clôtures et des mesures de réduction possibles dans le cas des parcs photovoltaïques au sol.
Projet SOLAKE - Synthèse des connaissances sur les impacts écologiques potentiels des panneaux solaires flottants sur la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes lacustres	Nobre et al.	2022	Cette étude se concentre sur la synthèse des connaissances sur les effets des panneaux photovoltaïques flottants sur la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes lacustres.
What evidence exists regarding the effects of photovoltaic panels on biodiversity? A critical systematic map protocol	Lafitte et al.	2022	Cette analyse consiste à dresser une carte systématique des connaissances disponibles sur les effets des installations photovoltaïques.
Centrales photovoltaïques et biodiversité : synthèse des connaissances sur les impacts et les moyens de les atténuer	LPO	2022	Synthèse des connaissances sur les impacts potentiels et les moyens pour les atténuer. En plus des centrales photovoltaïques au sol classiquement traitées dans les autres documents, une partie est consacrée aux centrales photovoltaïques flottantes.
Auto-saisine du CSRPN Grand Est au sujet du développement du photovoltaïque au sol en Grand Est respectant le principe d'absence de perte nette de biodiversité	CSRPN Grand Est	Avril 2022	Ce rapport est structuré en deux grandes parties. La première sur les atteintes potentielles, prévisibles et avérées sur la biodiversité et la seconde sur les principes qui doivent guider le développement du photovoltaïque au sol. Un tableau de synthèse des impacts prévisibles et avérés par taxons a été produit.
Photovoltaïque Enjeux & Impacts – Note de synthèse	France Nature Environnement	Janvier 2022	La présente synthèse permet d'apporter une vision globale des enjeux et des impacts du développement des parcs photovoltaïques sur la nature, l'environnement, la biodiversité et la transition énergétique des territoires. La partie photovoltaïque et enjeux pour la biodiversité a principalement été analysée dans le cadre de la présente étude.
Les énergies renouvelables sont-elles compatibles avec la biodiversité ?	ARB Ile-de-France	2022	État des connaissances et préconisations pour l'Île-de-France. La partie III. Energie solaire a principalement été analysée dans le cadre de la présente étude.
Solaire photovoltaïque et biodiversité	Muséum d'histoire Naturelle et OFB	2021	Diaporama synthétique présentant une synthèse de la littérature scientifique sur le sujet ainsi que les points de vigilance.
Etude Bibliographique & Retours d'Expérience	Calidris	2019	Ce document analyse les effets des installations photovoltaïques au sol sur la faune et la flore en phase travaux et d'exploitation.

Énergie renouvelable et biodiversité : les implications pour parvenir à une économie verte	FRB – Fondation pour la recherche sur la biodiversité	2017	Notre analyse s’est portée sur la partie 2. Energie solaire, qui décrit les facteurs de changement des écosystèmes et de perte de biodiversité et les mesures d’atténuation des impacts possibles.
--	---	------	--

Deux de ces études ont servi de fil rouge pour la construction de la cartographie des enjeux PV et biodiversité dressée en amont de l’atelier n°1 de concertation avec le Comité d’experts.

La première étude sélectionnée a été réalisée par le CSRPN Grand-Est et porte sur le développement du photovoltaïque au sol au regard des enjeux de préservation de la biodiversité. Les auteurs identifient les pressions de l’IPBES a priori exercées par les centrales solaires sur la biodiversité et donnent leur avis sur les impacts prévisibles que pourraient avoir ces projets par taxon. A noter que l’analyse fait ressortir uniquement les impacts prévisibles et non les effets, positifs ou négatifs, qui ont pu être observés dans certains cas. Une distinction a été faite entre les impacts généralisables et les impacts potentiels sur lesquels les effets ne sont pas encore complètement connus.

**Il sera retenu de cette analyse, le listing des taxons potentiellement impactés et la particularité d’avoir identifié des manques de connaissances via le croisement de certaines incidences vis-à-vis de certains taxons (cf. Figure 5).**

**Tableau 1 : Synthèse des impacts prévisibles et avérés par taxons**

Types d’impacts vs taxons	Perte et fragmentation des habitats naturels				Invasion EEE	Mortalité directe avec panneaux (collision) – Effet permanent	Pollutions			Modification du microclimat en phase d’exploitation sous panneau – Effet permanent
	Altération des sols lors de la phase travaux – effet permanent	Défrichement (perte de lieu de reproduction) – Effet permanent	Emprise des panneaux flottants (Perte d’habitats d’espèces & augmentation potentielle des zoonoses)	Rupture des continuités écologiques – Effet permanent			Pollutions physiques pendant phase travaux – effet temporaire	Pollutions lumineuses (phase d’exploitation) – Effet permanent	Pollutions chimiques (eau) – Effet permanent	
Oiseaux forestiers		X				X				
Oiseaux des milieux semi-ouverts		X				X				
Oiseaux aquatiques			X			X			X	X ?
Reptiles		X		X						
Mammifères non volants		X		X						
Chiroptères		X		X		X		X ?		
Amphibiens			X	X ?			X		X	X ?
Poissons			X ?				X		X	X ?
Invertébrés aquatiques			X				X	X	X	X ?
Invertébrés terrestres	X							X		X
Flore	X	X	X	X	X		X		X	X
Habitats naturels « sensibles » terrestres (cf. paragraphe effet sur végétations Indigènes)	X	X			X					X
Habitats naturels « sensibles » aquatiques et amphibiens (cf. paragraphe effet sur végétations indigènes)			X		X					X

*Figure 5 : Exemple du tableau de synthèse produit par le CSRPN Grand Est dans le cadre de sa note du 07/04/2022*

La deuxième étude majeure retenue dans cette pré-cartographie est une analyse réalisée par le Muséum National d’Histoire Naturelle et l’OFB (MNHN et OFB, 2021). A ce stade de l’étude, seul le listing des entités des parcs photovoltaïques au sol ayant un impact prévisible sur la biodiversité et celui des composantes biologiques a priori impactées par les projets a été réalisée (cf. Figure 6).

**Ce qui a été retenu vis-à-vis de cette analyse est l’entrée par catégorisation des différents éléments constitutifs d’un projet PV et l’intégration des fonctions écologiques.**

Etat initial	Sensibilité env. (enjeux)	Panneaux (composition, hauteur, ancrage, inter-rangs)	Pistes	Clôtures	Câbles	Plateformes techniques	Autres emprises (OLD...)
Espèces	Statut Etat de conservation						
Habitats							
Fonctions écologiques <i>(physiques, biogéochimiques, biologiques)</i>							
Services écosyst. <i>(production, régulation, culturel)</i>							

Figure 6 : Exemple du tableau de croisement de l'OFB et le Muséum National d'Histoire Naturelle entre entités écologiques et éléments constitutifs d'un projet PV

In fine, suite à l'analyse de l'ensemble de ces travaux et grâce aux retours critiques des membres du COSUI et COMEX, il a été retenu le découpage et le regroupement des différents éléments constitutifs d'un projet PV majeurs et composantes écologiques présentés dans la liste ci-dessous.

#### Les éléments constitutifs d'un projet PV retenus :

- Travaux préparatoires du terrain en amont de l'implantation des installations PV (altération des sols, terrassement, décaissement, défrichage, voies d'accès, zones de stockage, sondages archéologiques, etc.) ;
- Pistes, plateformes techniques et autres installations au sol (phase d'installation, emprise, configuration, bruit associé, éclairage, etc.) ;
- Câbles et raccordements souterrains (enterrement, travaux d'installation, etc.) ;
- Panneaux (installation, emprise, configuration, hauteur, type d'ancrage, largeur inter-rangées, polarisation de la lumière, etc.)
- Clôtures (type, configuration, etc.)
- Gestion du parc, des installations et des milieux en phase exploitation (produits chimiques, bruit associé, éclairage, etc.)
- Obligations légales de débroussaillage
- Chantier de démantèlement

#### Les composantes biologiques retenues :

Faune :

- Avifaune
- Reptiles
- Mammifères non volants
- Chiroptères
- Amphibiens
- Poissons
- Insectes
- Invertébrés aquatiques
- Invertébrés du sol
- Espèces exotiques envahissantes

Flore :

- Flore
- Espèces exotiques envahissantes

Milieux/Habitats :

- Habitats naturels dégradés ou artificialisés terrestres
- Habitats naturels "sensibles" terrestres
- Habitats naturels "sensibles" aquatiques
- Zones humides dégradées ou artificialisées
- Zones humides fonctionnelles

#### Fonctions écologiques :

- Accomplissement du cycle biologique des espèces : zone d'alimentation, repos ou reproduction ; continuités écologiques
- Fonctions hydrologiques : régulation du ruissellement, infiltration et recharge des nappes, etc.
- Fonctions biogéochimiques : captation et stockage de carbone, régulation du cycle de l'azote, du phosphore.

Chaque catégorie d'éléments constitutifs d'un projet PV est ensuite croisée avec chacun des sous-groupes de composantes biologiques retenues.

Au cours du premier atelier de concertation (12/2022), le Comité d'experts a complété une version de travail de cette cartographie sur le volet composantes biologiques vis-à-vis des cinq incidences standard exercées par les projets d'aménagement sur la biodiversité (IPBES, 2019). Il en est notamment ressorti, l'ajout des « invertébrés du sol » en plus des « invertébrés aquatiques » dans les groupes d'espèces a priori impactés et d'une catégorie de fonctionnalités écologiques.

Ce découpage a été adapté par rapport aux propositions du CSRPN Grand Est. En effet, pour faciliter l'analyse et pour rester cohérent vis-à-vis des autres groupes pour lesquels cette distinction n'a pas été réalisée, la distinction des cortèges d'oiseaux n'a pas été faite. A l'inverse, des composantes biologiques ont été rajoutées, avec la distinction des espèces exotiques envahissantes et celle des habitats naturels sensibles et dégradés.

Les notions de fonctions écologiques citées dans les travaux de l'OFB et du MNHN ont également été intégrées au listing de l'état des connaissances. Les trois grandes fonctions principales que sont l'accomplissement du cycle biologique des espèces, les fonctions hydrologiques et les fonctions biogéochimiques ont été prises en compte.

Au niveau des éléments constitutifs d'un projet PV, dont le listing prend en compte les travaux menés par l'OFB et le MNHN sur le sujet, des regroupements spécifiques ont été réalisés en fonction du type d'impact prévisible de chaque paramètre PV sur la biodiversité. Cela a notamment été le cas pour les enjeux pressentis liés aux pistes, plateformes ou autres installations au sol ; aux obligations légales de débroussailllements ou encore aux chantiers de démantèlement.

### 3.1.2. Complétudes de la cartographie via les connaissances issues de la Phase 1 et de l'analyse des rapports bibliographiques récents sur la thématique

Cette analyse préliminaire a permis de proposer une caractérisation qualitative du niveau de connaissance actuelle de l'impact de chaque groupe d'éléments constitutifs d'un projet PV identifié sur chaque groupe d'espèces, de milieux ou de fonctionnalités a priori les plus impactés d'après la bibliographie étudiée (Cf paragraphe 3.1).

Les résultats de la cartographie du niveau de connaissances par enjeu sont présentés dans le Tableau 5 ci-dessous :

Tableau 5. Synthèse du croisement entre les éléments constitutifs d'un projet PV et les composantes biologiques potentiellement impactées

Entités biologiques		Éléments constitutifs d'un projet PV						
		Travaux préparatoires du terrain en amont de l'implantation des installations PV (altération des sols, terrassement, décaissement, défrichage, voies d'accès, zones de stockage, sondages archéologiques, etc.)	Pistes, plateformes techniques et autres installations au sol (phase d'installation, emprise, configuration, bruit associé, éclairage, etc.)	Câbles et raccords souterrains (enterrement, travaux d'installation, etc.)	Panneaux (installation, emprise, configuration, hauteur, type d'ancrage, largeur inter-rangées, polarisation de la lumière, etc.)	Clôtures (type, configuration, etc.)	Gestion du parc, des installations et des milieux en phase exploitation (produits chimiques, bruit associé, éclairage, etc.)	Obligations légales de débroussaillage
liées à une composante biologique animale	Avifaune							
	Reptiles							
	Mammifères non volants							
	Chiroptères							
	Amphibiens							
	Poissons et autre faune aquatique							
	Insectes							
	Invertébrés aquatiques							
	Invertébrés du sol							
	Espèces exotiques envahissantes animales							
liées à une composante biologique végétale	Flore							
	Espèces exotiques envahissantes végétales							
liées à un milieu/habitat	Habitats naturels "sensibles" terrestres							
	Habitats naturels "sensibles" aquatiques							

	Zones humides dégradées ou artificialisées								
	Zones humides fonctionnelles								
liées à une fonctionnalité écologique	Accomplissement du cycle biologique des espèces*								
	Fonctions hydrologiques**								
	Fonctions biogéochimiques***								

Légende du tableau :

* : zone d'alimentation, repos ou reproduction, continuités écologiques, etc.
** : régulation du ruissellement, infiltration et recharge des nappes, etc.
*** : captation et stockage de carbone, régulation du cycle de l'azote, du phosphore, etc.
<b>Cases blanches</b> : Incidences du PV qui sont jugées avoir peu ou pas d'effets sur la composante biologique puisqu'à ce jour, il n'y a pas ou peu de lien de cause à effet estimé à ce jour par les auteurs de la littérature scientifique analysée ;
<b>Cases gris foncé</b> : Incidences du PV sur la composante biologique pour lesquelles des effets sont connus et pour lesquelles il existe déjà globalement un consensus ;
<b>Cases gris clair</b> : Incidences du PV sur la composante biologique pour lesquelles des effets potentiels sont estimés, mais où un manque de connaissances ou de consensus a été recensé par la communauté scientifique.

### 3.1.3. Bilan sur la cartographie des incidences

Globalement, peu d'incidences du photovoltaïque (PV) sur la biodiversité sont caractérisées en France métropolitaine avec un consensus scientifique, alors que de nombreuses incidences prévisibles ont été identifiées par les experts du domaine. Il en ressort donc un besoin de mieux quantifier l'impact du PV sur la biodiversité. Ces quantifications concernent cependant des sujets liés à différentes expertises associées à des données scientifiques diverses qui ne pourront pas toutes être traitées dans le cadre de ce programme. Il est donc nécessaire et important d'identifier quelques incidences potentielles sur lesquelles les données d'études d'impacts et de suivis réglementaires environnementaux pourraient être mobilisées afin d'améliorer les connaissances sur ces sujets.

### 3.2. Présentation des cinq incidences identifiées comme prioritaires à étudier

Comme décrit précédemment, afin d'identifier quelques incidences potentielles prioritaires, une hiérarchisation a été réalisée comme présenté dans la figure ci-dessous.

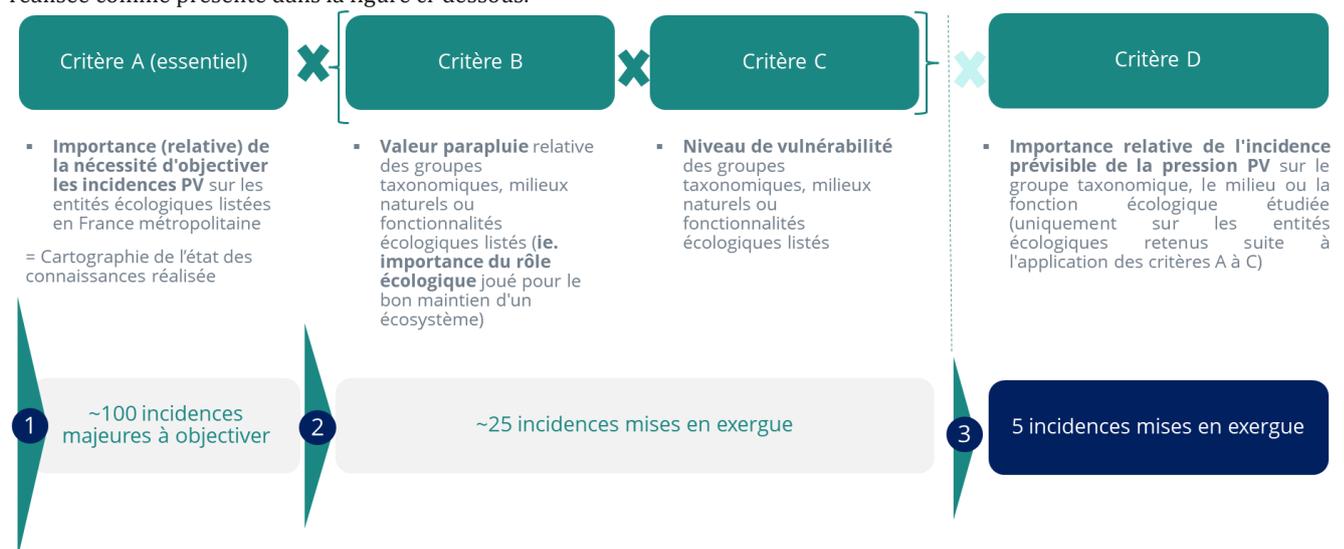


Figure 7. Critères de discrimination renseignés pour faire ressortir les incidences prioritaires à étudier dans la suite du programme

Cette hiérarchisation a consisté dans un premier temps à retenir uniquement les incidences pour lesquelles des effets potentiels sont estimés mais où un manque de connaissances ou de consensus a été recensé. A ce niveau, 103

croisements entre incidences potentiels des éléments constitutifs d'un projet PV et entités biologiques ressortent comme intéressants à étudier.

Les critères B et C qui ciblent la valeur parapluie et le niveau de patrimonialité des entités biologiques étudiées ont permis de faire ressortir cinq entités biologiques prioritaires à étudier :

- Avifaune ;
- Chiroptères ;
- Poissons et autres organismes aquatiques,
- Habitats naturels « sensibles » terrestres,
- Les zones humides fonctionnelles.

Six autres entités biologiques ressortent comme importante à étudier : reptiles, amphibiens, habitats naturels « sensibles » aquatiques, fonction d'accomplissement du cycle biologique des espèces, fonctions hydrologiques et fonctions biogéochimiques. Les insectes ne ressortent pas dans le filtre appliqué mais représenteraient également une entité biologique intéressante à suivre compte tenu du rôle majeur qu'ils jouent dans la chaîne trophique.

Au vu des moyens disponibles dans le cadre de la présente étude et du besoin de se concentrer rapidement sur quelques incidences potentielles, seules les entités biologiques identifiées comme prioritaires d'après la méthodologie de sélection appliquée ont été retenues pour la suite de l'étude. Il pourrait cependant être intéressant dans le cadre d'une suite d'étude ou d'autres études complémentaires d'étudier les autres entités biologiques identifiées comme importante à étudier.

Le critère D a ensuite été appliqué sur les éléments constitutifs d'un projet PV afin de faire ressortir ceux prioritaires à étudier pour chaque entité biologique sélectionnée. Pour chacune d'elle, environ un à deux éléments prioritaires ressortent :

- Les caractéristiques des panneaux (installation, emprise, configuration, hauteur, type d'ancrage, largeur inter-rangée, polarisation de la lumière, etc.) ressortent prioritaires pour l'ensemble des entités biologiques prioritaires
- La gestion du parc en phase d'exploitation ressort pour l'avifaune, les chiroptères et les zones humides (Tableau 6).

Comme pour les composantes biologiques, les autres éléments constitutifs d'un projet PV non prioritaires ne seront pas étudiés dans la potentielle suite de l'étude sans que cela ne préjuge de l'intérêt les étudier dans un autre cadre.

Tableau 6. Présentation des cinq types d'incidences retenues suite à l'application des critères spécifiques de sélection

Type d'entité biologique	Entités biologiques (Groupes taxonomiques, habitats ou fonctions écologiques)	Travaux préparatoires du terrain en amont de l'implantation des installations PV (altération des sols, terrassement, défrichage, voies d'accès, zones de stockage, sondages archéologiques, etc.)	Pistes, plateformes techniques et autres installations au sol (phase d'installation, emprise, configuration, bruit associé, éclairage, etc.)	Câbles et raccordements sous-terrains (enterrément, travaux d'installation, etc.)	Panneaux (installation, emprise, configuration, hauteur, type d'ancre, largeur, inter-rangées, polarisation de la lumière, etc.)	Clôtures (type, configuration, etc.)	Gestion du parc, des installations et des milieux en phase d'exploitation (produits chimiques, bruit associé, éclairage, etc.)	Obligations légales de débroussaillage	Chantier de démantèlement	Incidences prévisibles du PV sur la biodiversité à étudier dans ce programme
Faune	Avifaune									1 Impact des panneaux et de la gestion des parcs photovoltaïques sur l'avifaune
	Reptiles									
	Mammifères non volants									
	Chiroptères									1 Impact des panneaux photovoltaïques sur les chiroptères
	Amphibiens									
	Poissons et autre faune aquatique									
	Insectes									
Flore	Invertébrés aquatiques									
	Invertébrés du sol									
	Espèces exotiques envahissantes animales									2 Impact des panneaux photovoltaïques sur les espèces de poissons et autres organismes aquatiques
Milieux naturels	Flore									
	Espèces exotiques envahissantes végétales									
	Habitats naturels "sensibles" terrestres									3 Impact des panneaux photovoltaïques sur les habitats naturels « sensibles » terrestres
	Habitats naturels "sensibles" aquatiques									
Fonctionnalités écologiques	Zones humides dégradées ou artificialisées terrestres									
	Zones humides fonctionnelles									
	Fonctions du milieu naturel liées aux capacités d'accomplissement du cycle biologique des espèces présentes									4 Impact des panneaux et de la gestion des parcs photovoltaïques sur les zones humides fonctionnelles
	Fonctions hydrologiques									
	Fonctions biogéochimiques									



### 3.4. Moyens globaux à mettre en œuvre dans la suite du programme pour répondre à chaque question identifiée

#### 3.4.1. Présentation des étapes et modalités communes aux réponses aux questions

Afin de pouvoir répondre aux cinq questions prioritaires identifiées, la présente étude a eu pour objectif de définir les différentes étapes permettant d'aboutir à une amélioration des connaissances sur ces différents sujets.

De façon générale, un certain nombre d'étapes communes à toutes les questions doivent nécessairement être réalisées. La méthodologie de réponse générique préconisée est présentée dans la Figure 8 ci-dessous.

Phases principales	Etapes
<b>1. Bibliographique et calages préliminaires</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyse des protocoles existants et de leur mise en place – se questionner sur la pertinence d'y répondre dans le cadre des suivis environnementaux ou de programmes scientifiques dédiés</li> <li>Analyse et choix du/des protocoles que nous souhaitons retenir pour pouvoir répondre à la question + concertations</li> </ul>
<b>2. Récoltes et analyse des données existantes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyse de la base de données de la Phase 1 et analyse de la disponibilité d'autres données hors base de données actuelle</li> <li>Uniquement si étape précédente favorable - Récolte et bancarisation des données disponibles et analyse</li> </ul>
<b>3. Récoltes de données complémentaires</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Définition d'un protocole précis qui puisse être mis en place dans le cadre de suivi réglementaire <ul style="list-style-type: none"> <li>Choix final du type de suivi (BACI, BAI ou suivi)</li> <li>Choix du protocole précis + concertations</li> <li>Choix des typologies de parcs sur lesquels ces suivis doivent être appliqués et des modalités techniques à récolter pour l'analyse</li> <li>Choix final de la durée de mise en œuvre des suivis</li> <li>Choix du nombre de réplicas et de leurs localisations</li> <li>Choix des données nécessaires sur la gestion des parcs</li> <li>Rédaction des protocoles finaux à mettre en place + validation par experts</li> </ul> </li> <li>Phase tests des protocoles sur quelques parcs : uniquement si protocoles expérimentaux mis en œuvre de façon volontaire par les porteurs de projet*</li> <li>Adaptation des protocoles si nécessaire*</li> <li>Réunion d'information annuelle pour fournir si besoin des conseils techniques liés à la mise en place du protocole final défini</li> <li>Accompagnement à la compilation des résultats des suivis pour le premier bilan</li> </ul>
*étapes supplémentaires spécifiques à certaines questions	
<b>4. Analyse et synthèse des résultats pour un premier bilan</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyses statistiques des données</li> <li>Interprétations des résultats</li> <li>Rédaction d'un rapport de synthèse et préconisations d'adaptation de mesures d'évitement et de réduction</li> </ul>

Figure 8. Etapes étudiées par question scientifique dans le cadre de l'analyse de faisabilité technico-économique

##### 3.4.1.1. Travail bibliographique et cadrage préliminaire

Cette étape de travail viserait à :

- Mettre à jour l'analyse réalisée dans le cadre de cette étude sur l'identification des protocoles existants et de leur modalité globale de mise en place ;
- Identifier si les suivis les plus adaptés pour répondre à la question seraient ceux à réaliser dans le cadre des études d'impacts et suivis environnementaux réglementaires (complétés/standardisés)\* ou ceux pour lesquels il serait aussi possible de développer des projets scientifiques dédiés si les protocoles identifiés seraient trop lourds à porter par les opérateurs PV ;
- Si pertinent, s'accorder sur le/les protocoles à retenir pour répondre à la question associée, grâce à un travail systématique de concertation avec des experts du sujet.

\* Il y aurait certains aspects sur lesquels les suivis environnementaux seraient particulièrement pertinents et pour lesquels il y aurait besoin d'harmoniser les données recueillies afin de pouvoir faire des analyses globales (inter-suivis).

##### 3.4.1.2. Récolte et analyse des données existantes

Dans le cas où des données seraient identifiées comme disponibles, une première phase de récupération et compilation des données pourra être réalisée. Ces données seront ensuite analysées statistiquement afin de faire ressortir les premières tendances.

##### 3.4.1.3. Récolte de données complémentaires

Ces données ne seront pas forcément suffisantes pour tester toutes les modalités et pourront nécessiter la **constitution de protocoles standardisés** à mettre en place de façon généralisée ou volontaire sur les parcs ayant les caractéristiques visées. Pour cela une partie de **récoltes de nouvelles données** sera nécessaire.

Les protocoles standardisés devront être suffisamment **précis et rigoureux** afin que les analyses puissent permettre de répondre aux questions.

Ces protocoles seront discutés et validés avec la filière et les services de l'état (DDT, DREAL, OFB) afin qu'ils soient compatibles avec un déploiement à grande échelle. Une phase de concertation et de co-construction des protocoles

précis à partir des données de la présente étude et de travaux en cours permettra d'aboutir à des protocoles détaillés pour les questions pertinentes à adresser.

Certaines modalités liées à la mise en œuvre des protocoles sont relativement communes aux questions :

- De façon générale pour chaque protocole, il semble **difficilement opérationnel dans le cadre de suivis réglementaires d'avoir des sites témoins** comparables sur chaque projet. Une stratégie de suivi avec un site témoin (Before-After-Control-Intervention), semble donc moins opérationnelle et applicable à grande échelle que la **réalisation de suivi de type BAI** (Before-After-Intervention). Ce sujet sera à discuter par thématiques retenues pour étude lors des étapes dédiées ;
- Ces suivis devront être les mêmes entre l'état initial et les suivis posts implantation. La **réurrence proposée** pour les suivis devra être discutée lors des étapes dédiées avec les experts par sujet pertinent, notamment vis-à-vis de l'objectif des suivis (standardisés ou dans le cadre de projets de recherches). Le nombre de suivis à mettre en œuvre avant implantation des parcs PV devrait à minima être de deux suivis car la prise en compte de données d'un seul suivi présenterait un risque de résultats biaisés trop important au regard des paramètres environnementaux locaux et de l'importance majeure de la connaissance de l'état des entités Before.
- En fonction des besoins, des **tests d'une première version des protocoles** pourront être réalisés sur quelques parcs ponctuels afin de s'assurer de la faisabilité du dispositif avant un déploiement à plus grande échelle. En fonction des retours de ces tests, des adaptations pourront être proposées afin d'aboutir à des protocoles finaux.
- En parallèle des protocoles scientifiques, les **données de contextes et caractéristiques des parcs** à récoltées seront définies. Les **différentes modalités de parcs** à suivre seront également identifiées.

Ces différents tests et précisions permettront **la production d'un ou plusieurs protocoles de suivi standardisé** pour chaque question. Les protocoles pourront ensuite être appliqués à grande échelle par la filière dans le cadre des nouveaux projets en cours de développement et d'installation. Il est à noter qu'un partenariat externe au projet sera à prévoir avec les structures publiques concernées par le travail de compilation des données et leur bancarisation dans la plateforme dédiée (plateforme Dépopbio-MNHN) pour s'assurer d'une bonne exploitation des données attendues.

A noter que le socle actuel réglementaire liés aux suivis environnementaux et leur récurrence n'est pas remise en cause par cette étude.

#### 3.4.1.4. Analyse et synthèse des résultats

L'étape suivante consistera en l'**analyse statistique, la synthèse et la diffusion des résultats**. Les données seront récoltées en continu à partir du développement des protocoles standardisés. L'analyse sera faite l'année suivant la récolte des premiers suivis post-implantation afin d'avoir des premiers résultats préliminaires. Des **bilans des suivis seront ensuite réalisés à année n+3 ou +6** en fonction du nombre de données. Des analyses statistiques seront utilisées afin de pouvoir analyser les données et permettre si possible de répondre aux questions.

Une diffusion des données pourra ensuite être réalisée et les résultats formalisés. Les résultats issus des suivis pourront être utilisés pour **adapter les préconisations de mesures d'évitement et réduction** à mettre en place dans le cadre des projets photovoltaïques.

### 3.4.2. Présentation des modalités et moyens à déployer par question scientifique retenue

#### 3.4.2.1. Modalités et moyens spécifiques concernant la question 1a

Rappel de la question 1a. : Comment la présence de **projets photovoltaïques au sol et flottants** situés en France métropolitaine influence-t-elle l'exploitation du site en termes d'alimentation, repos et/ou de reproduction des **espèces d'oiseaux**, en fonction des **caractéristiques des panneaux**, de la **configuration du parc** et de la **gestion** mise en place dans l'emprise du site ?

##### *i. Ebauche simplifiée de la méthodologie de réponse à la question 1a*

##### *o Quels protocoles existants et pertinent identifiés pour répondre à la question 1a ?*

Plusieurs protocoles pourraient permettre de répondre à la question 1a :

- Un programme de recherche est en cours de lancement sur le sujet de l'activité des oiseaux après implantation d'un projet photovoltaïque : ENVOLtaïque. Un lien important devra exister entre le présent projet sur cette question et ce programme de recherche.
- Parmi les protocoles utilisés dans le cadre d'ENVOLtaïque, deux suivis proposés en option dans le protocole ENVOLtaïque pourraient notamment être menés afin de mieux comprendre l'évolution de la chaîne

trophique : **le suivi des orthoptères et le suivi de la flore**. En effet, les orthoptères ont un rôle important dans le nourrissage des jeunes et peut conditionner le succès de reproduction des oiseaux. De même, la disponibilité en ressources alimentaires (graines) peut influencer la présence des adultes, principalement chez les passereaux.

- Par ailleurs, la **réalisation d'IPA** (Indice ponctuel d'abondance) **aussi prévu dans le cadre du projet ENVOLtaïque**. Le protocole IPA a l'avantage d'être déjà utilisé à grande échelle et de pouvoir être reconduit d'année en année. Cependant ce protocole se concentre sur les oiseaux nicheurs et traite de façon très limitée les phases d'alimentation et de transit. De ce fait, il est identifié un besoin de **prévoir en complément des transects avec identifications des espèces et de l'activité observée**. La réalisation de transect est préconisée dans le **programme de suivi PIESO**.
- La **pose d'enregistrement acoustique** du 1<sup>er</sup> mars au 30 juin pourrait permettre de compléter les deux premiers protocoles et d'avoir des informations plus précises sur l'activité des oiseaux.

#### *o Quel besoin d'adaptation des protocoles en vue de leur standardisation et quels délais avant déploiement sur site (Q1a) ?*

Parmi les protocoles listés ci-dessus :

- Les protocoles utilisés dans le cadre d'ENVOLtaïque pourraient être adaptés et en partie réutilisés dans le cadre du présent programme.
- Les protocoles IPA sont déjà mis en place sur différents parcs. Ce protocole pourra être utilisé comme base et adapté si besoins en fonction des retours d'expérience et de l'application à grande échelle de celui-ci.
- Les modalités de réalisations des transects pourront se baser sur le protocole PIESO. Cependant celui-ci est relativement lourd et plutôt adaptés à un objectif de recherche. Ce protocole pourra être utilisé comme base et adapté si besoins en fonction des retours d'expérience et de l'application à grande échelle de celui-ci.
- Concernant la pose d'enregistrement acoustique, la faisabilité de déployer ce type de protocole à grande échelle et sa plus-value par rapport aux deux premiers protocoles identifiés ou ceux prévus dans le cadre d'ENVOLtaïque sera à analyser dans le cadre de la prochaine étape du présent programme.
- Par ailleurs, une réflexion sur l'adaptation des protocoles choisis dans le cadre spécifique des projets photovoltaïques flottants sera nécessaire.

En fonction de cette analyse et d'une phase de concertation les protocoles définitifs seront définis. Leur standardisation et mise en place sur site pourront dans tous les cas se faire sur le court terme (<1 an) dans le cadre des futures études d'impacts et suivis réglementaires.

#### *o Quelle quantité de données mobilisable issue de la BDD de la Phase 1 de ce programme (Q1a) ?*

La base de données de phase 1 comprend 50 parcs sur lesquels au moins une année de suivi sur l'avifaune après implantation a été bancarisée. Même si ces données ne concernent que les comportements de reproduction et pas d'alimentation ou de transit, une analyse de celle-ci pourrait être intéressante.

Un complément de cette base de données à l'aide de nouveaux suivis récents et avec plusieurs années de suivi pourrait permettre de commencer à répondre à la présente question en parallèle de l'identification et de la mise en place d'un protocole standardisé. Le volume et la qualité de ces données n'a pas encore été analysé. Cela sera à réaliser lors de la suite du projet. Il est cependant identifié que les données disponibles concerneraient uniquement des parcs photovoltaïques au sol (hors agrivoltaïque et hors pv flottant) et principalement le protocole IPA.

#### *o Quels moyens à déployer spécifiques à la question 1a d'ores et déjà identifiés ?*

Pour rappel, l'ébauche simplifiée de la méthodologie de réponse à la question 1a est rédigée dans la partie 3.4.1, générique à l'ensemble des questions à étudier. Les protocoles détaillés d'acquisition des données, les modalités précises pour leur compilation et leur traitement seront affinés dans les prochaines étapes du programme si celles-ci ont lieux.

Quelques éléments méthodologiques précis ont cependant déjà pu être récoltés grâce aux réunions de concertation réalisée avec les experts du COMEX et les réunions du GT naturaliste de Biotope :

- Dans le cas l'IPA, deux passages pourraient être réalisés entre le 15 mai et le 15 juin. La densité d'IPA pourra être d'environ 1IPA pour 15 ha avec une distinction d'IPA localisé dans l'enceinte du parc et d'autres à proximité immédiate.
- Le cas échéant, la pose d'enregistrement acoustique devrait se faire le 1<sup>er</sup> mars au 30 juin pourrait permettre de compléter les IPA et transects et avoir des informations plus précises sur l'activité des oiseaux.

#### *ii. Estimation de la faisabilité de répondre à la question 1a dans le cadre d'une poursuite du programme*

Les résultats de l'analyse de faisabilité sont détaillés dans la Figure 9 ci-dessous.

Phases principales	Etapas	Faisabilité technique		Durée	
		Efforts techniques à déployer	Complexité de gouvernance et effort de concertation	Durée minimale des étapes (en mois/années approximatives)	
Bibliographique et calages préliminaires	Analyse des protocoles existants et de leur mise en place – se questionner sur la pertinence d’y répondre dans le cadre des suivis environnementaux ou de programmes scientifiques dédiés	1	1	2 mois	
	Analyse et choix du/des protocoles que nous souhaitons retenir pour pouvoir répondre à la question + concertations	1	3	2 mois	
Récoltes et analyse des données existantes	Analyse de la base de données de la Phase 1 et analyse de la disponibilité d’autres données hors base de données actuelle	1	1	2 mois	
	Uniquement si étape précédente favorable - Récolte et bancarisation des données disponibles et analyse	2	1	(3 mois)	
Récoltes de données complémentaires	Définition d’un protocole précis qui puisse être mis en place dans le cadre de suivi réglementaire	- Choix du type de suivi (BACI, BAI ou suivi)	2	2	3 ans pour un premier bilan
		- Choix du protocole précis + concertations	3	3	
		- Choix des typologies de parcs sur lesquels ces suivis doivent être appliqués et des modalités techniques à récolter pour l’analyse	2	2	
		- Choix de la durée de mise en œuvre des suivis	1	2	
		- Choix du nombre de répliques et de leurs localisations	1	2	
		- Choix des données nécessaires sur la gestion des parcs	1	2	
		- Rédaction des protocoles finaux à mettre en place + validation par experts	3	2	
		Réunion d’information annuelle pour fournir si besoin des conseils techniques liés à la mise en place du protocole final défini	3	2	
Accompagnement à la compilation des résultats des suivis pour le premier bilan	2	1			
Analyse et synthèse des résultats pour un premier bilan	Analyses statistiques des données	2	2	3 mois	
	Interprétations des résultats	2	1	3 mois	
	Rédaction d’un rapport de synthèse et préconisations d’adaptation de mesures d’évitement et de réduction	1	2	3 mois	
Analyse globale		Effort relativement faible	Effort relativement faible	Minimum 4 ans pour une première publication des résultats	

Légende efforts à déployer:

1	Relativement faible
2	Modérés
3	Importants

Figure 9. Estimation de la faisabilité de répondre à la question 1a dans le cadre d’une poursuite du programme

Les efforts techniques à déployer pour répondre à la question 1a sont jugés dans leur ensemble relativement faibles. Le choix et la définition du protocole précis à mettre en place dans le cadre des suivis réglementaires demanderont une mobilisation ponctuelle d’experts sur le sujet de l’impact des centrales PV au sol sur l’avifaune mais aboutiront a priori à une adaptation assez rapide des protocoles déjà existants. Par ailleurs, une partie des données récoltées au cours de la Phase 1 pourrait permettre de compléter le jeu de données compilées. Le coût global de mise en œuvre de l’étape est estimé relativement modéré (hors coût de mise en œuvre des suivis réalisés dans le cadre des EI et suivis réglementaires) et une première réponse à la question pourrait être apportée au bout de 4 ans sans compter la possibilité de tirer des premières conclusions grâce à la récolte et à l’analyse des résultats de suivis réglementaires qui utiliseraient des protocoles standardisés déjà adéquats.

En conclusion, il **paraît pertinent et faisable de répondre à cette question** dans la suite du programme dans un délai relativement court terme en déployant des moyens raisonnables au regard des suivis mis en place dans le cadre d’études réglementaires. Ceci principalement sur les projets photovoltaïques au sol et agrivoltaïques. Le délai concernant les projets photovoltaïques flottant risque d’être plus long, notamment au vu des données disponibles actuellement.

### 3.4.2.2. Modalités et moyens spécifiques concernant la question 1b

#### i. Ebauche simplifiée de la méthodologie de réponse à la question 1b

Rappel de la question 1.B : Comment la présence de **projets photovoltaïques au sol et flottants** situés en France métropolitaine influence-t-elle l’exploitation du site en termes d’alimentation, repos et/ou de reproduction des **espèces de chiroptères**, en fonction des **caractéristiques des panneaux**, de la **configuration du parc** et de la **gestion** mise en place dans l’emprise du site ?

#### o Quels protocoles existants et pertinent identifiés pour répondre à la question 1b ?

Un programme d'amélioration des connaissances sur l'activité des chauves-souris au sein et aux alentours des parcs photovoltaïques au sol est en cours de finalisation. Ce programme est animé par la LPO AURA et est cofinancé par l'OFB et la CNR. Cependant ce programme ne répond pas à l'ensemble de la question présentée ici et ne mobilise pas les données d'études règlementaires d'où la nécessité de continuer le présent programme en parallèle et en continuité de l'étude de la LPO. Les résultats de la LPO pourront servir à alimenter les réflexions faites dans le cadre du présent programme. En effet, un des objectifs de la LPO est d'animer des ateliers de concertation locale sur les besoins de protocoles standardisés sur le sujet.

Dans le cadre de ce programme, deux types de protocoles pouvant être pertinent pour répondre à la question 1b sont utilisés :

- La mise en place d'enregistreurs acoustiques ;
- L'analyse de la trajectographie 3D des chauves-souris (encore au stade expérimental)

Les résultats de ces travaux sont prévus pour fin 2023.

#### *o Quel besoin d'adaptation des protocoles en vue de leur standardisation et quels délais avant déploiement sur site (Q1b) ?*

A noter qu'en ce qui concerne l'utilisation d'enregistreurs automatiques à ultrasons, ceux-ci sont déjà régulièrement mis en place dans le cadre des états initiaux et des suivis de parcs photovoltaïques. Sans attendre la définition d'un protocole standardisé, une première analyse pourrait donc être réalisée avec les suivis en cours. Le volume et la qualité de ces données n'a pas encore été analysé. Cela sera à réaliser lors de la suite du projet. Il est cependant identifié que les données disponibles concerneraient majoritairement des parcs photovoltaïques au sol (hors agrivoltaïque et hors pv flottant).

Pour les autres protocoles, les résultats du programme de la LPO AURA permettront d'alimenter la réflexion et d'initier la définition de protocoles standardisés précis sur le sujet.

#### *o Quelle quantité de données mobilisable issue de la BDD de la Phase 1 de ce programme (Q1b) ?*

La base de données de phase 1 recense peu de données sur les chiroptères. Les données récoltées sur quelques parcs de l'échantillon récolté pourront cependant être exploitées si cela est jugé pertinent vis-à-vis des protocoles choisis dans la suite du présent programme.

#### *o Quels moyens à déployer spécifiques à la question 1b d'ores et déjà identifiés ?*

Pour rappel, l'ébauche simplifiée de la méthodologie de réponse à la question 1b est rédigée dans la partie 3.4.1, générique à l'ensemble des questions à étudier. Les protocoles détaillés d'acquisition des données, les modalités précises pour leur compilation et leur traitement seront affinés dans les prochaines étapes du programme si celles-ci ont lieu.

Dans le cas du choix du protocole utilisant les enregistreurs d'ultrasons, puisque ces derniers sont déjà largement utilisés dans le cadre d'études d'impacts règlementaires, la compilation de l'ensemble des états initiaux et suivis de parcs photovoltaïques utilisant les protocoles sélectionnés pourra être réalisée et une analyse des tendances d'évolution et résultats observés pourra être menée. Comme pour les oiseaux, ce travail pourra se faire en parallèle de la définition des protocoles standardisés et de leur déploiement.

#### *ii. Estimation de la faisabilité de répondre à la question 1b dans le cadre d'une poursuite du programme*

**Les résultats de l'analyse de faisabilité** sont détaillés dans la Figure 10 ci-dessous.

Phases principales	Etapas	Faisabilité technique		Durée	
		Efforts techniques à déployer	Complexité de gouvernance et effort de concertation	Durée minimale des étapes (en mois/années approximatives)	
Bibliographique et calages préliminaires	Analyse des protocoles existants et de leur mise en place – se questionner sur la pertinence d’y répondre dans le cadre des suivis environnementaux ou de programmes scientifiques dédiés	1	1	2 mois	
	Analyse et choix du/des protocoles que nous souhaitons retenir pour pouvoir répondre à la question + concertations	1	3	2 mois	
Récottes et analyse des données existantes	Analyse de la base de données de la Phase 1 et analyse de la disponibilité d’autres données hors base de données actuelle	1	1	2 mois	
	Uniquement si étape précédente favorable - Récotte et bancarisation des données disponibles et analyse	2	1	(3 mois)	
Récottes de données complémentaires	Définition d’un protocole précis qui puisse être mis en place dans le cadre de suivi réglementaire	- Choix du type de suivi (BACI, BAI ou suivi)	2	2	3 ans pour un premier bilan
		- Choix du protocole précis + concertations	3	3	
		- Choix des typologies de parcs sur lesquels ces suivis doivent être appliqués et des modalités techniques à récolter pour l’analyse	2	2	
		- Choix de la durée de mise en œuvre des suivis	1	2	
		- Choix du nombre de répliques et de leurs localisations	1	2	
		- Choix des données nécessaires sur la gestion des parcs	1	2	
		- Rédaction des protocoles finaux à mettre en place + validation par experts	3	2	
		Réunion d’information annuelle pour fournir si besoin des conseils techniques liés à la mise en place du protocole final défini	3	2	
Analyse et synthèse des résultats pour un premier bilan	Analyses statistiques des données	2	2	3 mois	
	Interprétations des résultats	2	1	3 mois	
	Rédaction d’un rapport de synthèse et préconisations d’adaptation de mesures d’évitement et de réduction	1	2	3 mois	
Analyse globale		Effort relativement faible	Effort relativement faible	Minimum 4 ans pour une première publication des résultats	

Légende efforts à déployer:

1	Relativement faible
2	Moderés
3	Importants

Figure 10. Estimation de la faisabilité de répondre à la question 1b dans le cadre d’une poursuite du programme

Comme pour la question 1a sur les oiseaux, les efforts techniques à déployer pour répondre à la question 1b sont jugés dans leur ensemble relativement faibles. Le choix et la définition précise du protocole précis à mettre en place dans le cadre des suivis réglementaires demanderont une mobilisation ponctuelle d’experts sur le sujet de l’impact des centrales PV au sol sur les chiroptères mais aboutiront a priori à une adaptation relativement rapide des protocoles déjà existants. Le coût global de mise en œuvre de l’étape est estimé relativement modéré (hors coût de mise en œuvre des suivis d’EI et suivis réglementaires) et une première réponse à la question pourrait être apportée au bout de 4 ans. Certains protocoles identifiés étant déjà déployés à grande échelle dans le cadre d’études d’impacts et suivis réglementaires sur le sujet, une compilation des résultats de suivis de centrales spécifiques pourrait permettre de réduire ce délai de réponse. Le volume et la qualité de ces données n’a pas encore été analysé. Cela sera à réaliser lors de la suite du projet.

En conclusion, il paraît également pertinent et faisable de répondre à cette question dans la suite du programme dans un délai relativement court terme et en déployant des moyens raisonnables au regard du cadre de réalisation des études réglementaires. Le cas des projets photovoltaïques flottants demandera une adaptation des protocoles pour ce type de projet qui pourrait nécessiter un délai légèrement plus long dans ce cas.

### 3.4.2.3. Modalités et moyens spécifiques concernant la question 2

#### i. Ebauche simplifiée de la méthodologie de réponse à la question 2

**Rappel de la question 2 :** Dans le cadre de **projets photovoltaïques flottants** situés en France métropolitaine, quel est **l’effet des panneaux, de la configuration** (recouvrement, configuration dont inclinaison, orientation par rapport au soleil, espacement inter-panneaux, etc.), de **l’aménagement des berges et des flotteurs** sur la **biodiversité aquatique et le fonctionnement des milieux aquatiques** ?

### *o Quels protocoles existants et pertinent identifiés pour répondre à la question 2 ?*

Les connaissances des effets des projets photovoltaïques flottant sur la biodiversité sont encore très limitées avec de nombreux manques de connaissance identifiés. Ces manques de connaissance ne permettent pas d'avoir les informations suffisantes pour cibler précisément les compartiments biologiques à suivre et donc les protocoles pertinents à déployer.

Des protocoles ont cependant été identifiés sur le sujet pour étude éventuelle ultérieure dans le cadre d'une poursuite du présent programme :

- les protocoles DCE appliqués actuellement aux lacs et grands plans d'eau
- les protocoles du projet Néerlandais Zon op Water: IMPact op waterkwaliteit en biodiversiteit (ZWIMP).
- les protocoles utilisés dans le cadre des projets de recherche Solake et Solflux

Dans tous ces protocoles, plusieurs indicateurs sont communs, tel que les suivis phytoplancton (chlorophylle-a & composition), phytobenthos (diatomées), macrophytes, faune benthique invertébrée, ichtyofaune (espèce, abondance, structure en âge), relevés physico-chimique (température, pH, transparence de Secchi, concentration en O<sub>2</sub>).

### *o Quel besoin d'adaptation des protocoles en vue de leur standardisation et quels délais avant déploiement sur site (Q2) ?*

Il sera probablement nécessaire d'agir en deux étapes concernant cette question, c'est-à-dire de soumettre une première proposition de protocoles sur le court terme. Cette première proposition est nécessaire au vu de la difficulté d'identifier les compartiments écologiques les plus adéquats à suivre à ce stade au vu des connaissances actuelles. Ces protocoles tests pourront être testés avec la filière photovoltaïque pour permettre ensuite en fonction des premiers retours et des résultats des programmes de recherche d'affiner les protocoles et de proposer des protocoles définitifs. Par exemple, les travaux réalisés dans le cadre des programmes Solflux pourraient alimenter les futurs protocoles à standardiser, bien que la finalisation de ces missions ne soit pas attendue avant 2024. Les résultats de ces projets ne pourront donc pas être utilisés pour la première version de protocoles à proposer. Il est à noter que ces deux programmes sont complémentaires de cette démarche et ne visent pas à répondre au besoin identifié de protocoles standardisés à mettre en place dans les centrales flottantes par la filière dans le cadre des études d'impacts et suivis réglementaires. L'ensemble de ces protocoles majoritairement définis pour des projets de recherche nécessiteront d'être simplifiés pour une mise en œuvre à grande échelle. Afin d'entamer la réflexion sur les protocoles possibles des entretiens ont été réalisés avec Julien Cucherousset du Laboratoire Evolution & Diversité Biologique de l'Université Paul Sabatier (Toulouse) sur le projet SOLAKE et Hector Rodriguez-Perez de l'OFB sur le projet Solflux.

De ce fait, en parallèle des tests et de la définition de premiers protocoles standardisés à mettre en place à court terme sur les parcs PV flottants, une réflexion devra être menée en collaboration avec les projets Solake et Solflux sur l'adaptation de la première version de protocole proposée en fonction des résultats de ces programmes. Les nouveaux résultats de projets de recherche internationaux pourront également être intégrés à l'étude. Ce travail permettrait, en parallèle de l'analyse des premières applications de protocoles à expérimenter, de proposer une deuxième version améliorée des protocoles de suivis standardisés à mettre en œuvre au sein des parcs photovoltaïques flottants. Cette dernière version sera plus aboutie et proposera des protocoles applicables à grande échelle dans le cadre des procédures réglementaires des projets PV flottants.

### *o Quelle quantité de données mobilisable issue de la BDD de la Phase 1 de ce programme (Q2) ?*

La BDD de la phase 1 ne recense pas de données pertinentes sur le sujet et ne fera donc pas l'objet d'analyse spécifique au regard de la question 2.

### *o Quels moyens à déployer spécifiques à la question 2 d'ores et déjà identifiés ?*

L'ébauche simplifiée de la méthodologie de réponse à la question 2 est rédigée dans la partie 3.4.1, générique à l'ensemble des questions à étudier. Les protocoles détaillés d'acquisition des données, les modalités précises pour leur compilation et leur traitement sera affiné dans les prochaines étapes du programme si celles-ci ont lieu. Des précisions supplémentaires pourront être apportées une fois les indicateurs environnementaux à suivre identifiés.

### *ii. Estimation de la faisabilité de répondre à la question 2 dans le cadre d'une poursuite du programme*

**Les résultats de l'analyse de faisabilité** sont détaillés dans la Figure 11 ci-dessous.

Phases principales	Etapas	Faisabilité technique		Durée
		Effort technique à déployer	Complexité de gouvernance et effort de concertation	Durée minimale des étapes (nb mois/année approximatif)
Bibliographique et calages préliminaires	Analyse des protocoles existants et de leur mise en place – se questionner sur la pertinence d’y répondre dans le cadre des suivis environnementaux ou de programmes scientifiques dédiés	2	1	2 mois
	Analyse et choix du/des protocoles que nous souhaitons retenir pour pouvoir répondre à la question + concertations	2	3	2 mois
Récottes et analyse des données existantes	Analyse de la base de données de la Phase 1	Pas de données disponibles à ce stade		/
	Analyse de la disponibilité d'autres données hors base de données actuelle	1	1	1 mois
	Uniquement si étape précédente favorable - Récotte et bancarisation des données disponibles et analyse	A priori non réalisable (absence de données)		/
Récottes de données complémentaires  *étapes supplémentaires spécifiques à cette question	- Choix du type de suivi (BACI, BAI ou suivi)	2	2	4-5 ans pour un premier bilan
	- Choix du protocole précis + concertations	3	3	
	- Choix des typologies de parcs sur lesquels ces suivis doivent être appliqués et des modalités techniques à récolter pour l'analyse	2	2	
	- Choix de la durée de mise en œuvre des suivis	1	2	
	- Choix du nombre de réplicas et de leurs localisations	2	2	
	- Choix des données nécessaires sur la gestion des parcs	1	2	
	- Rédaction des protocoles finaux à mettre en place + validation par experts	3	2	
	* Phase tests des protocoles sur quelques parcs : uniquement si protocoles expérimentaux mis en œuvre de façon volontaire par les porteurs de projet	3	2	
	* Adaptation des protocoles si nécessaire	2	2	
	Réunion d'information annuelle pour fournir si besoin des conseils techniques liés à la mise en place du protocole final définit	3	3	
Accompagnement à la compilation des résultats des suivis pour le premier bilan	2	1		
Analyse et synthèse des résultats pour un premier bilan	Analyses statistiques des données	2	2	3 mois
	Interprétations des résultats	2	1	3 mois
	Rédaction d'un rapport de synthèse et préconisations d'adaptation de mesures d'évitement et de réduction	1	2	3 mois
Analyse globale		Efforts importants	Efforts importants	Minimum 5 ans pour une première publication des résultats

**Légende efforts à déployer:**

	1 = Relativement faible
	2 = Modérés
	3 = Importants

Figure 11. Estimation de la faisabilité de répondre à la question 2 dans le cadre d'une poursuite du programme

Les efforts techniques à déployer pour répondre à la question 2 sont jugés relativement important. Le manque de données et d'avancées sur la définition de protocoles standardisés mais également le manque de connaissance sur les indicateurs à suivre demanderont un effort de travail en deux temps. Il serait dans un premier temps nécessaire de définir un premier jet de protocole adapté à l'évaluation de l'impact des centrales PV flottantes sur les milieux aquatiques grâce à la mobilisation d'experts du sujet et à la tenue de réunions de concertation, associée à la mise en œuvre d'une phase de test (1 an) de ces protocoles sur le terrain et dans un second temps d'améliorer ce protocole grâce à la publication des résultats des programmes de références susmentionnés sur le sujet, prévus pour 2024. Le niveau d'expertise attendue et la technicité des discussions lors de réunions de concertation à organiser pour le choix des indicateurs et protocoles de suivis à réaliser demandera la constitution d'un comité d'experts et une mobilisation importante des spécialistes. Le coût global de déploiement de cette méthodologie de réponse est estimé relativement modéré (hors coût de mise en œuvre des suivis d'EI et suivis règlementaires), notamment du fait de la nécessité de réaliser des tests préliminaires sur le terrain. La réalisation d'un premier bilan sur les résultats des suivis sera dépendante de l'avancée des autres travaux scientifiques en cours sur le sujet. Ce bilan pourrait en conséquence être

réalisé au minimum au bout de 5 ans. Le manque de données récoltées sur les centrales PV flottantes et les milieux aquatiques au cours de la Phase 1 du présent programme mais également le manque de recul sur le contenu et la disponibilité des données au sein d'autres études d'impacts réalisées en dehors de l'échantillon de parcs étudiés ne permettent pas de s'avancer sur une réduction de ce délai.

En conclusion, il paraît pertinent de mettre en œuvre rapidement les premières phases de la méthodologie de réponse préconisée dans le cadre de cette étude pour la question 2 et d'aboutir à un premier jet de protocole avant de le réadapter pour un déploiement à grande échelle.

#### 3.4.2.4. Modalités et moyens spécifiques concernant la question 3

##### *i. Ebauche simplifiée de la méthodologie de réponse à la question 3*

**Rappel de la question 3 :** Dans le cadre de projets photovoltaïques au sol situés en France métropolitaine, quel est l'effet de la **configuration des parcs PV et des panneaux** (càd caractéristiques des panneaux, taux de recouvrement, configuration spatiale, etc.) et de la **gestion mise en place** au sein des sites sur les **habitats naturels ouverts et les fonctions écologiques des sols** en présence ?

##### *o Quels protocoles existants et pertinent identifiés pour répondre à la question 3 ?*

###### **Habitats naturels et flore :**

**En ce qui concerne les habitats naturels et la flore** plusieurs protocoles existent et sont classiquement mis en place :

- Généralement une cartographie des habitats est réalisée. Cependant, celle-ci ne permet pas toujours d'observer finement l'évolution de la végétation. La réalisation d'un relevé phytosociologique par habitat homogène comme proposé dans le cadre du protocole d'évaluation des mesures de gestion des milieux ouverts du MNHN semble donc intéressant en complément de ce protocole.
- Certains protocoles proposent la réalisation de placettes par transect comme le programme PIESO, cependant ces relevés sont particulièrement lourds à mettre en place et difficilement réalisable de la même façon avant et après implantation du parc.

**A ce stade, la réalisation de relevés phytosociologiques en complément d'une cartographie des habitats semble être l'option la plus adaptée à une application à grande échelle.**

De plus, deux suivis, proposés en option dans le protocole du MNHN, pourraient être menés afin de mieux comprendre l'évolution de la chaîne trophique : **le suivi des orthoptères et des rhopalocères**. En effet, la qualité des habitats et les modalités de gestion des milieux incluent directement l'abondance et la diversité de ces groupes.

###### **Fonction écologique des sols :**

La question porte également sur les **fonctions écologiques des sols et nécessite donc un protocole spécifique** pour évaluer cet aspect. **Le projet REMEDE** (REseaux d'interactions et Multifonctionnalités Ecologiques : DEveloppement et validation de deux approches complémentaires d'intégration environnementale pour une énergie photovoltaïque vertueuse) traite ce sujet. Ce projet se concentre sur l'évolution des fonctionnalités écologiques notamment des sols dans des contextes de projets photovoltaïques. Sept fonctions écologiques sont analysées avec différents indicateurs (vitesse de décomposition de la matière organique, séquestration du carbone organique, le recyclage des nutriments, etc.).

##### *o Quel besoin d'adaptation des protocoles en vue de leur standardisation et quels délais avant déploiement sur site (Q3) ?*

Les protocoles liés aux habitats et à la flore demanderont peu d'adaptation.

Une phase de concertation complémentaire sera nécessaire pour identifier avec la filière et des spécialistes des sols quels indicateurs, notamment au regard des outils déployés dans le projet REMEDE ou d'autres programmes, pourraient être utilisés et adaptés afin d'être applicable à grande échelle dans le présent projet. Le cas échéant, de nouveaux indicateurs pourraient être identifiés. Une phase de test de ces protocoles sur quelques parcs sera probablement nécessaire avant une application à grande échelle.

##### *o Quelle quantité de données mobilisable issue de la BDD de la Phase 1 de ce programme (Q3) ?*

La BDD de la phase 1 recense un certain nombre de données sur la cartographie des habitats mais ne recense pas de données pertinentes sur le sujet des sols. Il ne sera donc pas possible à court terme de réaliser une analyse pertinente de la question 3. Une analyse des données sur les habitats naturels et la flore pourrait éventuellement être envisagée pour apporter un premier retour sur cet aspect.

*o Quels moyens à déployer spécifiques à la question 3 d'ores et déjà identifiés ?*

Pour rappel, l'ébauche simplifiée de la méthodologie de réponse à la question 3 est rédigée dans la partie 3.4.1, générique à l'ensemble des questions à étudier. Les protocoles détaillés d'acquisition des données, les modalités précises pour leur compilation et leur traitement seront affinés dans les prochaines étapes du programme si celles-ci ont lieu. Des précisions supplémentaires, notamment sur le suivi des fonctionnalités écologiques des sols, pourront être apportées une fois les indicateurs environnementaux à suivre identifiés.

*ii. Estimation de la faisabilité de répondre à la question 3 dans le cadre d'une poursuite du programme*

**Les résultats de l'analyse de faisabilité** sont détaillés dans la Figure 12 ci-dessous.

Phases principales	Etapas	Faisabilité technique		Durée
		Effort technique à déployer	Complexité de gouvernance et effort de concertation	Durée minimale des étapes (nb mois/année approximatif)
<b>Bibliographique et calages préliminaires</b>	Analyse des protocoles existants et de leur mise en place – se questionner sur la pertinence d'y répondre dans le cadre des suivis environnementaux ou de programmes scientifiques dédiés	1	1	2 mois
	Analyse et choix du/des protocoles que nous souhaitons retenir pour pouvoir répondre à la question + concertations	1	3	2 mois
<b>Récoltes et analyse des données existantes</b>	Analyse de la base de données de la Phase 1 et analyse de la disponibilité d'autres données hors base de données actuelle	1	1	2 mois
	Uniquement si étape précédente favorable - Récolte et bancarisation des données disponibles et analyse	2	1	(3 mois)
<b>Récoltes de données complémentaires</b>  *étapes supplémentaires spécifiques à cette question	- Choix du type de suivi (BACI, BAI ou suivi)	1	2	<b>4-5 ans pour un premier bilan</b>
	- Choix du protocole précis + concertations	2	3	
	- Choix des typologies de parcs sur lesquels ces suivis doivent être appliqués et des modalités techniques à récolter pour l'analyse	2	2	
	- Choix de la durée de mise en œuvre des suivis	1	2	
	- Choix du nombre de réplicas et de leurs localisation	2	2	
	- Choix des données nécessaires sur la gestion des parcs	1	2	
	- Rédaction des protocoles finaux à mettre en place + validation par experts	2	2	
	* Phase tests des protocoles sur quelques parcs : uniquement si protocoles expérimentaux mis en œuvre de façon volontaire par les porteurs de projet	2	2	
	*Adaptation des protocoles si nécessaire	2	2	
	Réunion d'information annuelle pour fournir si besoin des conseils techniques liés à la mise en place du protocole final définit	3	2	
Accompagnement à la compilation des résultats des suivis pour le premier bilan	3	1		
<b>Analyse et synthèse des résultats pour un premier bilan</b>	Analyses statistiques des données	2	2	3 mois
	Interprétations des résultats	2	1	3 mois
	Rédaction d'un rapport de synthèse et préconisations d'adaptation de mesures d'évitement et de réduction	1	2	3 mois
<b>Analyse globale</b>		<b>Efforts modérés</b>	<b>Efforts modérés</b>	<b>Minimum 5 ans</b> pour une première publication des résultats

Légende efforts à déployer:

	<b>1 = Relativement faible</b>
	<b>2 = Modérés</b>
	<b>3 = Importants</b>

Figure 12. Estimation de la faisabilité de répondre à la question 3 dans le cadre d'une poursuite du programme

Les efforts techniques à déployer pour répondre à la question 3 dans son ensemble sont jugés relativement modérés. Bien que le choix et la standardisation d'un protocole pour suivre l'impact des centrales photovoltaïques au sol sur les habitats des milieux ouverts semble réalisable sur le court terme, les suivis précis associés à l'étude des fonctionnalités des sols des centrales PV étudiées nécessiteront un déploiement de moyens plus important et sur le plus long terme. Sur ce dernier sujet, l'identification d'un protocole pertinent et déployable à grande échelle à coût modéré pour les porteurs de projet nécessitera un travail de concertation avec des spécialistes de l'étude des sols, par exemple certains spécialistes associés au projet REMEDE, suivi d'une phase test du protocole élaboré à mettre en œuvre sur une année. La constitution d'un Comité d'experts sera comme pour la question 2 et 4 nécessaire. Les protocoles concernant les fonctionnalités des sols devront être nécessairement adaptés par rapport aux protocoles de recherches existants afin

d'aboutir à des protocoles simplifiés permettant de cibler quelques fonctions spécifiques et applicables à grande échelle et supportable économiquement dans le cadre d'études réglementaires.

Le coût global du déploiement de cette méthodologie de réponse est estimé relativement élevé (hors coût de mise en œuvre des suivis d'EI et suivis réglementaires) au regard du coût des suivis terrains jugés à date relativement élevé comparé à d'autres protocoles naturalistes plus standards. In fine, le premier bilan sur les résultats des suivis pourrait a priori être réalisé au minimum au bout de 5 ans. Le manque de données récoltées sur les sols dans l'échantillon des parcs étudiés en Phase 1 du présent programme et l'absence de recommandations de suivis à date liés à l'étude des fonctionnalités des sols dans les études d'impacts et suivis réglementaires environnementaux ne permettent pas de s'avancer à ce stade sur une réduction de ce délai.

En conclusion, bien que les moyens nécessaires pour répondre à la question 3 dans le cadre de ce programme soient assez nombreux, un nombre suffisant de protocoles existent sur le sujet de l'évaluation des impacts des centrales PV au sol sur les habitats et les fonctionnalités écologiques des sols pour permettre une définition de protocoles standardisés pour la filière. En parallèle d'une possible standardisation à court terme des protocoles sur les habitats, il serait cependant essentiel d'avoir une discussion dédiée avec les experts des sols associés au projet REMEDE avant de s'engager sur la faisabilité et la pertinence ou non de traiter cette question dans la suite du programme. Cela dépendra d'une analyse plus précise du coût de déploiement de tels protocoles pour les porteurs de projets, dans le cadre de suivis réglementaires.

Compte tenu de l'importance majeure de combler les lacunes de connaissances sur le sujet des fonctionnalités des sols, notamment soulevée lors des réunions de concertation avec les membres du COMEX, la planification de la mise en œuvre des deux premières phases de la méthodologie de réponse proposée pour cette question est jugée pertinente.

#### 3.4.2.5. Modalités et moyens spécifiques concernant la question 4

**Rappel de la question 4 :** Quelles sont les incidences des parcs photovoltaïques au sol, notamment de la **surface des panneaux**, de leur **ancrage**, des obligations légales de débroussaillage (**OLD**), des **pistes, câbles et fossés d'enterrement associés**, sur l'**alimentation en eau des zones humides** (déf. réglementaire) et leurs **fonctionnalités** au sein de l'enceinte du parc photovoltaïque ?

##### *i. Ebauche simplifiée de la méthodologie de réponse à la question 4*

##### *o Quels protocoles existants et pertinent identifiés pour répondre à la question 4 ?*

Deux protocoles nationaux principaux existent concernant le suivi des milieux humides :

- La méthode nationale d'évaluation des fonctionnalités des zones humides avec l'application d'un tableur avec des indicateurs appliqués à la fois sur le site avant et après projet et sur un site de compensation associé. La méthodologie pourrait être réutilisée en se concentrant sur le site impacté pour évaluer les pertes ou gains de fonction sur le site d'implantation avant et après projet.
- Les protocoles Mhéo, prévus initialement pour le suivi de projet de restauration zones humides. Ces protocoles (flore, pédologie, piézométrie, suivi amphibiens et odonates) permettent de suivre différentes fonctions dans le temps sur une zone humide définie.

##### *o Quel besoin d'adaptation des protocoles en vue de leur standardisation et quels délais avant déploiement sur site (Q4) ?*

Le protocole national d'évaluation des fonctionnalités des zones humides ayant pour objectif de réaliser des comparaisons avec les sites de compensation et les protocoles Mhéo étant adapté au suivi des projets de restauration, ces deux protocoles ne seraient pas forcément applicables tel quel dans le cadre de suivi d'implantation de projets photovoltaïques mais pourraient servir de base solide pour définir des protocoles standardisés. Les protocoles choisis devront pouvoir être adaptés ou applicables sur les impacts des pistes et câbles de raccordement afin de pouvoir mieux suivre leurs effets sur les indicateurs biologiques sélectionnés. De la même manière, les indicateurs identifiés devront pouvoir être appliqués à la fois sur les zones humides définies via le critère végétation et celles définies via le critère sol.

Le fait d'évaluer à la fois l'évolution des fonctions hydrauliques, biogéochimiques et écologiques semble faire consensus. L'application de la méthode d'évaluation des fonctionnalités des zones humides pourrait être réalisée sur le site projet et éventuellement complétée par des indicateurs des protocoles Mhéo (flore, pédologie et/ou piézomètre par exemple). Une phase de concertation sera nécessaire pour finaliser le choix du ou des protocoles à mettre en place à grande échelle.

○ *Quelle quantité de données mobilisable issue de la BDD de la Phase 1 de ce programme, (Q4) ?*

La BDD de la phase 1 ne recense pas suffisamment de données pertinentes sur le sujet et ne fera donc pas l'objet d'analyse spécifique au regard de la question 4.

○ *Quels moyens à déployer spécifiques à la question 4 d'ores et déjà identifiés ?*

L'ébauche simplifiée de la méthodologie de réponse à la question 4 est rédigée dans la partie 3.4.1, générique à l'ensemble des questions à étudier. Les protocoles détaillés d'acquisition des données, les modalités précises pour leur compilation et leur traitement sera affiné dans les prochaines étapes du programme si celles-ci ont lieux. Des précisions supplémentaires pourront être apportée une fois les indicateurs environnementaux à suivre précisément identifiés.

*ii. Estimation de la faisabilité de répondre à la question 4 dans le cadre d'une poursuite du programme*

**Les résultats de l'analyse de faisabilité** sont détaillés dans la Figure 13 ci-dessous.

Phases principales	Etapes	Faisabilité technique		Durée	
		Effort technique à déployer	Complexité de gouvernance et effort de concertation	Durée minimale des étapes (nb mois/année approximatif)	
Bibliographique et calages préliminaires	Analyse des protocoles existants et de leur mise en place – se questionner sur la pertinence d'y répondre dans le cadre des suivis environnementaux ou de programmes scientifiques dédiés	2	1	2 mois	
	Analyse et choix du/des protocoles que nous souhaitons retenir pour pouvoir répondre à la question + concertations	2	3	2 mois	
Récoltes et analyse des données existantes	Analyse de la base de données de la Phase 1	Pas de données disponibles à ce stade		/	
	Analyse de la disponibilité d'autres données hors base de données actuelle	1	1	1 mois	
	Uniquement si étape précédente favorable - Récolte et bancarisation des données disponibles et analyse	2	1	(3 mois)	
Récoltes de données complémentaires	Définition d'un protocole précis qui puisse être mis en place dans le cadre de suivi réglementaire	- Choix du type de suivi (BACI, BAI ou suivi)	1	2	3 ans pour un premier bilan
		- Choix du protocole précis + concertations	2	3	
		- Choix des typologies de parcs sur lesquels ces suivis doivent être appliqués et des modalités techniques à récolter pour l'analyse	2	2	
		- Choix de la durée de mise en œuvre des suivis	1	2	
		- Choix du nombre de répliques et de leurs localisations	2	2	
		- Choix des données nécessaires sur la gestion des parcs	1	2	
		- Rédaction des protocoles finaux à mettre en place + validation par experts	2	2	
	Réunion d'information annuelle pour fournir si besoin des conseils techniques liés à la mise en place du protocole final définit	3	2		
Accompagnement à la compilation des résultats des suivis pour le premier bilan	3	1			
Analyse et synthèse des résultats pour un premier bilan	Analyses statistiques des données	2	2	3 mois	
	Interprétations des résultats	2	1	3 mois	
	Rédaction d'un rapport de synthèse et préconisations d'adaptation de mesures d'évitement et de réduction	2	2	3 mois	
Analyse globale		Efforts modérés	Efforts modérés	Minimum 4 ans pour une première publication des résultats	

**Légende efforts à déployer:**  
■ 1 = Relativement faible  
■ 2 = Modérés  
■ 3 = Importants

Figure 13. Estimation de la faisabilité de répondre à la question 4 dans le cadre d'une poursuite du programme

Les efforts techniques à déployer pour répondre à la question 4 sont jugés globalement modérés. Le choix et la définition du protocole précis à mettre en place dans le cadre des suivis réglementaires demanderont un travail de concertation avec des experts sur le sujet de l'impact des centrales PV au sol sur les milieux humides relativement important mais permettront a priori une adaptation de protocoles déjà existants sur le court terme. Le coût global de mise en œuvre de l'étape est estimé relativement modéré (hors coût de mise en œuvre des suivis d'EI et suivis réglementaires) et une première réponse à la question pourrait être apportée au bout de 4 ans. Une partie des protocoles identifiés étant déjà déployée à grande échelle dans le cadre d'études d'impacts et suivis réglementaires, une compilation des résultats de suivis de centrales spécifiques à cette question pourrait permettre de réduire ce délai de réponse.

En conclusion, il paraît ici pertinent et faisable de répondre à cette question dans la suite du programme dans un délai relativement court terme et en déployant des moyens raisonnables au regard du cadre de réalisation des études d'impacts et suivis réglementaires.

3.4.2.6. In fine, quels indicateurs et protocoles à définir pour répondre à l'ensemble des questions dans la suite du programme ?

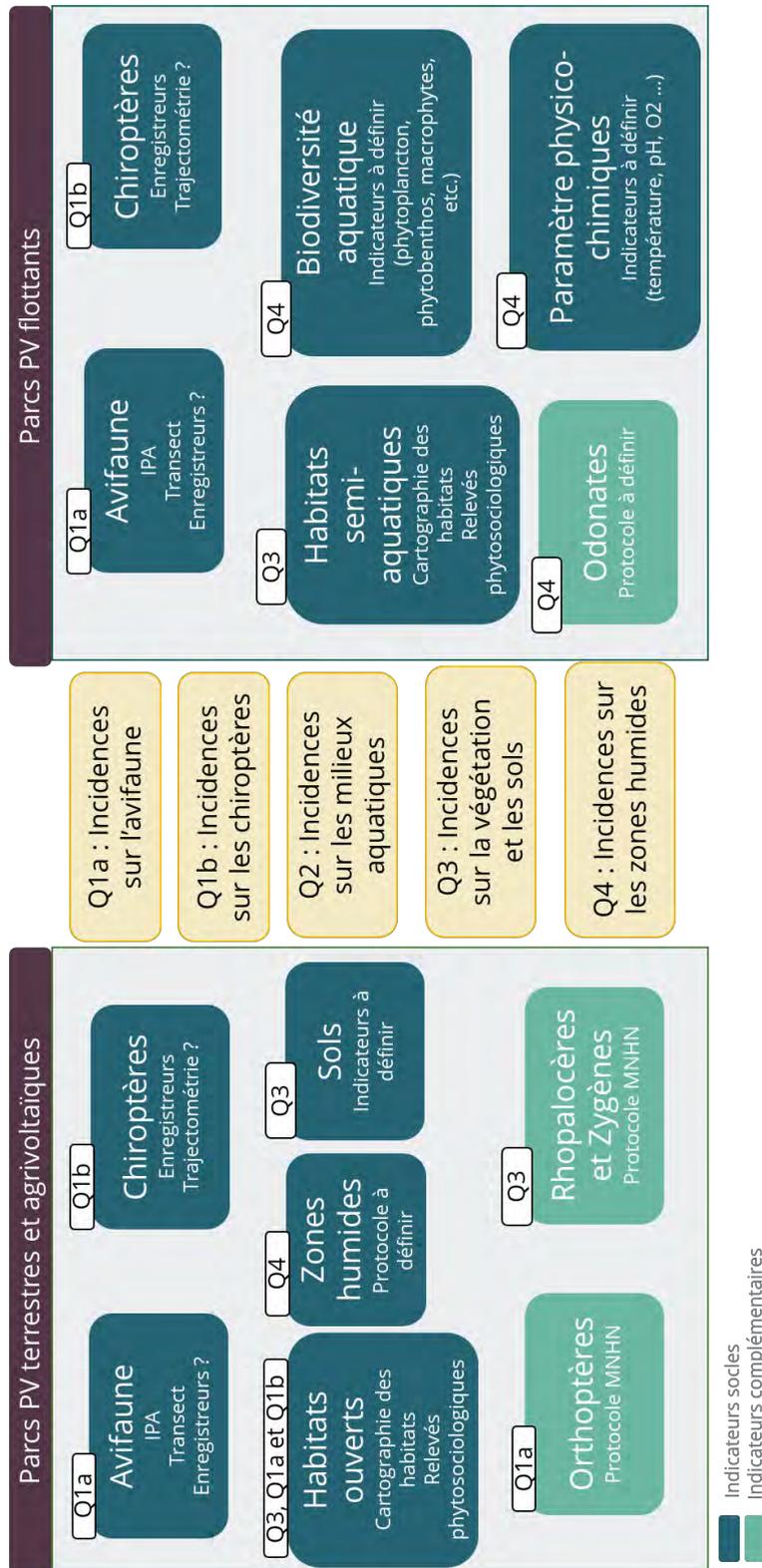


Figure 14. Bilan sur les méthodologies de réponse aux questions retenues

## 4. Conclusion / Perspectives

---

Quels enseignements clés à retenir de cette étude ?

- Une **cartographie des connaissances et enjeux liés à l'incidence du PV au sol sur la biodiversité** en France métropolitaine a été réalisée.
- Des **questions scientifiques prioritaires à étudier ont été identifiées** pour améliorer la connaissance et les pratiques sur le sujet.
- Des **réflexions sur les protocoles à déployer** pour répondre à ces questions ont été menées et une étude de leur faisabilité d'y répondre dans le cadre d'une poursuite de ce programme a été réalisée.
- Des **recommandations à destination des porteurs de projets** dans le cadre des futures études d'impacts à réaliser au sein des parcs PV au sol **seront rédigées si le programme se poursuit.**
- Certains protocoles devront être définis dans le **cadre de futurs travaux de recherches** pour répondre à des pans de questions spécifiques.
- Un protocole de suivi pour le **PV au sol** regroupant les aspects soulevés par les questions le concernant pourra être dissocié d'un protocole de suivi pour le **PV flottant.**
- Ce travail permettrait in fine **d'améliorer les pratiques opérationnelles de la filière au regard des enjeux de préservation de la biodiversité.**

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- Brena, L., Campech, C., Guillot, N., Leriche, M., n.d. Les énergies renouvelables sont-elles compatibles avec la biodiversité ? CSRPN Grand Est, 2022. Avis CSRPN Photovoltaïque et biodiversité, 2022.
- De Billy, V., Gourdain, P., Padilla, B., 2022. Solaire photovoltaïque & biodiversité. <https://www.debatpublic.fr/sites/default/files/2022-01/HORIZEO-contribution-OFB-UMS-Patrinat.pdf>
- Greif, S., Zsebók, S., Schmieder, D., Siemers, B.M., 2017. Acoustic mirrors as sensory traps for bats. *Science* 357, 1045–1047. <https://doi.org/10.1126/science.aam7817>
- I Care & Consult et Biotope, 2020. Photovoltaïque et biodiversité : exploitation et valorisation de données issues de parcs photovoltaïques en France. Rapport final. [https://www.syndicat-energies-renouvelables.fr/wp-content/uploads/basedoc/2020\\_rex\\_pv\\_biodiversite\\_rapport\\_final\\_vf.pdf](https://www.syndicat-energies-renouvelables.fr/wp-content/uploads/basedoc/2020_rex_pv_biodiversite_rapport_final_vf.pdf)
- Kosciuch, K., Riser-Espinoza, D., Gerringer, M., Erickson, W., 2020. A summary of bird mortality at photovoltaic utility scale solar facilities in the Southwestern U.S. *PLoS ONE* 15, e0232034. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0232034>
- Kosciuch, K., Riser-Espinoza, D., Moqtaderi, C., Erickson, W., 2021. Aquatic Habitat Bird Occurrences at Photovoltaic Solar Energy Development in Southern California, USA. *Diversity* 13, 524. <https://doi.org/10.3390/d13110524>
- Lafitte, A., Sordello, R., De Crespin De Billy, V., Froidevaux, J., Gourdain, P., Kerbiriou, C., Langridge, J., Marx, G., Schatz, B., Thierry, C., Reyjol, Y., 2022. What evidence exists regarding the effects of photovoltaic panels on biodiversity? A critical systematic map protocol. *Environ Evid* 11, 36. <https://doi.org/10.1186/s13750-022-00291-x>
- Marx G., LPO, Pôle protection de la Nature, 2022. Centrales photovoltaïques et biodiversité : synthèse des connaissances sur les impacts et les moyens de les atténuer. [https://www.lpo.fr/media/read/20060/file/2022\\_pv\\_synthese\\_lpo.pdf](https://www.lpo.fr/media/read/20060/file/2022_pv_synthese_lpo.pdf)
- MTES, 2021. Plan d'actions pour accélérer le développement du photovoltaïques. [https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/21189\\_Plan-actions\\_Photovoltaique-1.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/21189_Plan-actions_Photovoltaique-1.pdf)
- ONEMA, 2016. Le guide de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides. <https://professionnels.ofb.fr/fr/node/80>
- PIESO : Processus d'Intégration Ecologique de l'Energie Solaire – Guide technique d'éco-conception des centrales photovoltaïques – un outil d'aide à l'intégration écologique, 2020. [https://ecomед.fr/wp-content/uploads/2020/11/pieso\\_guidetechnique.pdf](https://ecomед.fr/wp-content/uploads/2020/11/pieso_guidetechnique.pdf)
- PIESO : Processus d'Intégration Ecologique de l'Energie Solaire – PIESO BOOST – Boite à Outils pour l'Optimisation des Suivis écologiques et des Techniques d'intégration de l'énergie solaire, 2020. [https://ecomед.fr/wp-content/uploads/2020/11/pieso\\_boiteoutils.pdf](https://ecomед.fr/wp-content/uploads/2020/11/pieso_boiteoutils.pdf)
- Russo, D., Cistrone, L., Jones, G., 2012. Sensory Ecology of Water Detection by Bats: A Field Experiment. *PLoS ONE* 7, e48144. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0048144>
- Visser, E., Perold, V., Ralston-Paton, S., Cardenal, A.C., Ryan, P.G., 2019. Assessing the impacts of a utility-scale photovoltaic solar energy facility on birds in the Northern Cape, South Africa. *Renewable Energy* 133, 1285–1294. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.08.106>

## INDEX DES TABLEAUX ET FIGURES

---

### TABLEAUX

Tableau 1 : Critère B - Valeur parapluie des entités biologiques listées.....	12
Tableau 2 : Critère C : niveau de vulnérabilité des entités biologiques listées .....	12
Tableau 3. Critère D : importance relative de l'incidence de la pression PV sur les entités biologiques listées.....	13
Tableau 4 : Principaux documents de synthèse sur les effets des projets photovoltaïques au sol et flottants depuis 2020 .....	16
Tableau 5. Synthèse du croisement entre les éléments constitutifs d'un projet PV et les composantes biologiques potentiellement impactées .....	20
Tableau 6. Présentation des cinq types d'incidences retenues suite à l'application des critères spécifiques de sélection .....	23

### FIGURES

Figure 1. Calendrier de la mission.....	10
Figure 2. Axes d'analyse de l'étude de faisabilité technico-économique .....	14
Figure 3. Echelle de notation appliquée pour l'estimation du niveau de faisabilité technique d'apporter une réponse aux questions scientifiques retenues dans la suite du programme .....	15
Figure 4. Estimation du coût global par question .....	15
Figure 5 : Exemple du tableau de synthèse produit par le CSRPN Grand Est dans le cadre de sa note du 07/04/2022.....	17
Figure 6 : Exemple du tableau de croisement de l'OFB et le Muséum National d'Histoire Naturelle entre entités écologiques et éléments constitutifs d'un projet PV .....	18
Figure 7. Critères de discrimination renseignés pour faire ressortir les incidences prioritaires à étudier dans la suite du programme .....	21
Figure 8. Etapes étudiées par question scientifique dans le cadre de l'analyse de faisabilité technico-économique .....	25
Figure 9. Estimation de la faisabilité de répondre à la question 1a dans le cadre d'une poursuite du programme .....	28
Figure 10. Estimation de la faisabilité de répondre à la question 1b dans le cadre d'une poursuite du programme .....	30
Figure 11. Estimation de la faisabilité de répondre à la question 2 dans le cadre d'une poursuite du programme .....	32
Figure 12. Estimation de la faisabilité de répondre à la question 3 dans le cadre d'une poursuite du programme .....	35
Figure 13. Estimation de la faisabilité de répondre à la question 4 dans le cadre d'une poursuite du programme .....	38
Figure 14. Bilan sur les méthodologies de réponse aux questions retenues.....	40

## SIGLES ET ACRONYMES

<b>ADEME</b>	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
<b>BACI</b>	Before After Control Impact
<b>BAI</b>	Before After Impact
<b>CEFE</b>	Centre d'Ecologie Evolutive et Fonctionnelle
<b>CEN</b>	Conservatoire d'Espaces Naturels
<b>CNPN</b>	Conseil National de la Protection pour la Nature
<b>CNRS</b>	Centre National de la Recherche Scientifique
<b>COMEX</b>	Comité d'Experts
<b>COFIL</b>	Comité de Pilotage
<b>COSUI</b>	Comité de Suivi
<b>CSRPN</b>	Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel
<b>DCE</b>	Directive Cadre sur l'Eau
<b>DREAL</b>	Directions Régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
<b>FRB</b>	Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité
<b>GT</b>	Groupe de Travail
<b>IMBE</b>	Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie marine et continentale
<b>IPA</b>	Indices Ponctuels d'Abondance
<b>IPBES</b>	Plateforme Intergouvernementale Scientifique et Politique sur la Biodiversité et les Services Ecosystémiques
<b>MNHN</b>	Muséum National d'Histoire Naturelle
<b>OFB</b>	Office Français pour la Biodiversité
<b>OLD</b>	Obligation Légale de Débroussaillage
<b>PIESO</b>	Processus d'Intégration Ecologique de l'Energie Solaire
<b>Programme PHOTODIV</b>	Etude du potentiel d'accueil de la biodiversité des centrales photovoltaïques au sol
<b>PV</b>	Panneaux photovoltaïques
<b>SER</b>	Syndicat d'Energies Renouvelables

## L'ADEME EN BREF

À l'ADEME - l'Agence de la transition écologique - nous sommes résolument engagés dans la lutte contre le réchauffement climatique et la dégradation des ressources.

Sur tous les fronts, nous mobilisons les citoyens, les acteurs économiques et les territoires, leur donnons les moyens de progresser vers une société économe en ressources, plus sobre en carbone, plus juste et harmonieuse.

Dans tous les domaines - énergie, économie circulaire, alimentation, mobilité, qualité de l'air, adaptation au changement climatique, sols... - nous conseillons, facilitons et aidons au financement de nombreux projets, de la recherche jusqu'au partage des solutions.

À tous les niveaux, nous mettons nos capacités d'expertise et de prospective au service des politiques publiques.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

### LES COLLECTIONS DE L'ADEME



#### FAITS ET CHIFFRES

L'ADEME référent : Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



#### CLÉS POUR AGIR

L'ADEME facilitateur : Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en œuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation.



#### ILS L'ONT FAIT

L'ADEME catalyseur : Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.



#### EXPERTISES

L'ADEME expert : Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard



#### HORIZONS

L'ADEME tournée vers l'avenir : Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.

## Etude « PV et biodiversité »

### Identification des questions scientifiques précises à adresser dans les prochaines étapes du programme et première estimation des moyens à déployer pour y répondre

La présente étude s'intègre dans le programme « PV et biodiversité » financé par le SER, Enerplan et l'ADEME visant à contribuer à la quantification de l'impact des projets photovoltaïques au sol sur la biodiversité en France métropolitaine et à développer des pratiques opérationnelles les moins impactantes possible sur l'environnement. Elle fait suite à la première phase du programme « PV et biodiversité » (2019-2021) qui avait comme objectif d'exploiter et de valoriser les données issues d'études d'impacts et suivis réglementaires sur un large échantillon de parcs photovoltaïques au sol en France métropolitaine et a visé à préfigurer les prochaines étapes du programme. Cette nouvelle phase avait pour objectif d'identifier quelques sujets prioritaires à étudier concernant les effets des projets photovoltaïques sur la biodiversité.

Elle a permis de réaliser une cartographie des connaissances et enjeux liés à l'incidence du PV au sol sur la biodiversité en France métropolitaine, d'identifier les questions scientifiques prioritaires à étudier pour améliorer la connaissance et les pratiques sur le sujet mais également de mener des réflexions sur les protocoles à déployer pour répondre à ces questions tout en étudiant leur faisabilité d'y répondre dans le cadre d'une poursuite de ce programme.

Le bilan sur la cartographie des connaissances a pointé un besoin de mieux quantifier l'impact du PV au sol sur la biodiversité en France métropolitaine sur des sujets liés à différentes expertises associées à des données scientifiques diverses qui ne pourront pas toutes être traitées dans le cadre de ce programme. Ce bilan a mis en exergue la nécessité d'identifier quelques incidences potentielles sur lesquelles les données d'études d'impacts et de suivis réglementaires environnementaux pourraient être mobilisées afin d'améliorer les connaissances sur ces sujets.

Les questions scientifiques retenues portent sur l'incidences d'éléments constitutifs de projets PV vis-à-vis de cinq entités biologiques majeures : l'avifaune, les chiroptères, les milieux ouverts, les zones humides et les milieux aquatiques. Les résultats ont montré que certains protocoles devront être définis dans le cadre de futurs travaux pour répondre à des pans de questions spécifiques et que des protocoles de suivis standardisés pour le PV au sol regroupant les aspects soulevés par les questions le concernant pourraient être dissociés de protocoles de suivis pour le PV flottant.

Si la préfiguration des prochaines étapes du programme tend vers une complétude de ces travaux, des recommandations à destination des porteurs de projets dans le cadre des futures études d'impacts à réaliser au sein des parcs PV au sol pourraient être rédigées dans l'optique d'améliorer les pratiques opérationnelles de la filière au regard des enjeux de préservation de la biodiversité.

### Quels enseignements clés à retenir de cette étude ?

- Une **cartographie des connaissances et enjeux liés à l'incidence du PV au sol sur la biodiversité** en France métropolitaine a été réalisée.
- Des **questions scientifiques prioritaires à étudier ont été identifiées** pour améliorer la connaissance et les pratiques sur le sujet.
- Des **réflexions sur les protocoles à déployer** pour répondre à ces questions ont été menées et une étude de leur faisabilité d'y répondre dans le cadre d'une poursuite de ce programme a été réalisée.
- Des **recommandations à destination des porteurs de projets** dans le cadre des futures études d'impacts à réaliser au sein des parcs PV au sol **seront rédigées si le programme se poursuit**.
- Certains protocoles devront être définis dans le **cadre de futurs travaux de recherches** pour répondre à des pans de questions spécifiques.
- Un protocole de suivi pour le **PV au sol** regroupant les aspects soulevés par les questions le concernant pourra être dissocié d'un protocole de suivi pour le **PV flottant**.
- Ce travail permettrait in fine **d'améliorer les pratiques opérationnelles de la filière au regard des enjeux de préservation de la biodiversité**.

