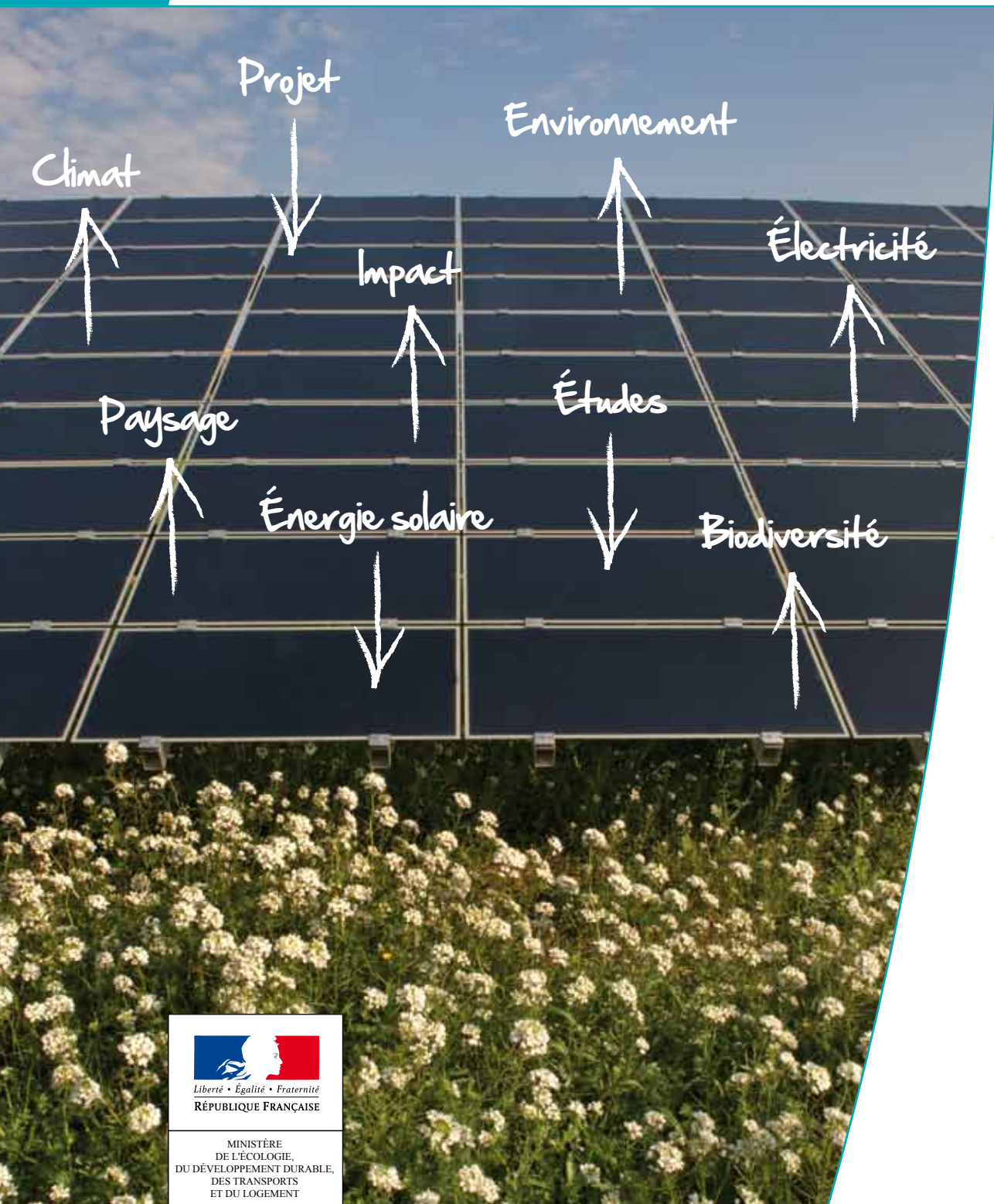


# Installations photovoltaïques au sol

Guide de l'étude d'impact



Ressources, territoires, habitats et logement  
Énergies et climat Développement durable  
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

Présent  
pour  
l'avenir



LIBERTÉ • ÉGALITÉ • FRATERNITÉ  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE  
DE L'ÉCOLOGIE,  
DU DÉVELOPPEMENT DURABLE,  
DES TRANSPORTS  
ET DU LOGEMENT

MINISTÈRE  
DE L'ÉCONOMIE, DES FINANCES  
ET DE L'INDUSTRIE



**L**es engagements pris dans le cadre du paquet énergie climat au niveau européen, et du Grenelle Environnement au niveau national, placent la lutte contre le changement climatique et le développement des énergies renouvelables au premier rang des priorités. La France doit plus que doubler sa production d'énergies renouvelables d'ici 2020 afin d'atteindre l'objectif de 23 % d'énergies renouvelables dans la consommation d'énergie finale en 2020. Ce développement des énergies renouvelables devra être réalisé dans des conditions de haute qualité environnementale. Ainsi, il conviendra de respecter la biodiversité, le patrimoine, le paysage, la qualité des sols, de l'air et de l'eau et de limiter les conflits d'usage avec les autres activités socio-économiques. Parmi les filières renouvelables, l'énergie solaire photovoltaïque s'est vu attribuer des objectifs ambitieux. Le plan de développement des énergies renouvelables issu du Grenelle Environnement vise en effet un changement d'échelle majeur dans le photovoltaïque, avec une puissance installée atteignant 5400 MW à l'horizon 2020. Si la priorité est donnée à l'intégration des équipements photovoltaïques aux bâtiments, la réalisation d'installations solaires au sol est également nécessaire pour assurer un développement rapide de la filière. Ces installations devront être construites de façon organisée, notamment dans le cadre des schémas régionaux du climat, de l'air et de l'énergie prévus par la loi portant engagement national pour l'environnement. Du point de vue réglementaire, l'étude d'impact et l'enquête publique sont rendues obligatoires pour les installations photovoltaïques au sol d'une puissance crête supérieure à 250 kW par le décret du 19 novembre 2009. La qualité des études d'impact conditionne celle des projets ainsi que la qualité de la participation du public au processus décisionnel. Ce guide a vocation à aider les acteurs de la filière photovoltaïque à réaliser des études d'impact de qualité et à fournir une base objective et partagée pour le dialogue avec les acteurs du territoire et l'État sur la base des projets. Son élaboration a mobilisé des représentants des ministères concernés et des services déconcentrés de l'État, des associations de protection de l'environnement, des professionnels ainsi que des bureaux d'étude. Ce guide contient des recommandations, qui ne constituent pas pour autant des obligations, afin de concilier le développement des projets photovoltaïques au sol avec l'aménagement du territoire et la préservation des milieux naturels et humains. Il sera régulièrement actualisé pour prendre en compte le perfectionnement des méthodes d'évaluation.



*Pierre-Franck Chevet,  
directeur général  
de l'Énergie et du Climat*

# SOMMAIRE

## INTRODUCTION

5

## GÉNÉRALITÉS

7

### Caractéristiques d'une installation photovoltaïque

8

- ✓ Principes de l'énergie photovoltaïque 9
- ✓ Caractéristiques techniques d'une installation au sol 12
- ✓ Impacts des systèmes photovoltaïques sur le climat 16

### Cadre réglementaire

18

- ✓ Les engagements européens et le Grenelle Environnement 19
- ✓ Procédures applicables 21

## L'ÉTUDE D'IMPACT DES INSTALLATIONS PHOTOVOLTAÏQUES

29

### Objectifs et démarche de l'étude d'impact

30

- ✓ Objectifs de l'étude d'impact 31
- ✓ L'étude d'impact dans la démarche de projet 32

### Prise en compte de l'environnement en amont du projet

35

- ✓ Objectifs du pré-diagnostic environnemental 36
- ✓ Enjeux environnementaux en amont du projet 37
- ✓ Données à recueillir 38

### Préparation de l'étude d'impact

44

- ✓ Le cadrage préalable 45
- ✓ Les études spécialisées et les expertises 47
- ✓ Un exemple : le cadrage préalable de l'étude de la faune et de la flore 49
- ✓ Délais de réalisation de l'étude d'impact 52

### Réalisation de l'étude d'impact

53

- ✓ Contenu réglementaire 54
- ✓ Description du projet 57
- ✓ Analyse de l'état initial du site et de son environnement 58
- ✓ Analyse des effets du projet 72
- ✓ Raisons du choix du projet 93
- ✓ Mesures pour supprimer, réduire ou compenser 97
- ✓ Analyse des méthodes 104
- ✓ Le résumé non technique 106

## ANNEXES

109



## LE CONTEXTE

Les installations solaires photovoltaïques au sol ont aujourd'hui atteint un stade de maturité technique. Leur implantation mobilise de l'espace (2 à 3 ha pour 1 MW). Il est donc indispensable que leur développement se réalise dans un souci de haute qualité environnementale et en respectant les règles d'occupation des sols. Les projets doivent favoriser la préservation du patrimoine naturel et du paysage et éviter les conflits d'usage des sols.

Afin d'organiser le développement des installations photovoltaïques au sol dans de bonnes conditions environnementales, le Gouvernement a publié un décret et une circulaire<sup>f</sup> qui précisent les procédures applicables.

# INTRODUCTION

**Le décret rend obligatoire l'étude d'impact pour les installations photovoltaïques au sol d'une puissance crête supérieure à 250 kW.**

## POURQUOI CE GUIDE ?

L'étude d'impact est destinée à intégrer les préoccupations d'environnement lors de la conception d'un projet par son promoteur, à éclairer les services appelés à préparer la décision d'en autoriser la réalisation et à informer le public en le faisant participer à la prise de décision. La qualité des études d'impact conditionne celle des projets ainsi que la qualité de la participation du public au processus décisionnel.

**Ce guide a vocation à aider les acteurs de la filière photovoltaïque à réaliser des études d'impact de qualité, en fournissant des recommandations qui ne constituent pas pour autant des obligations.**

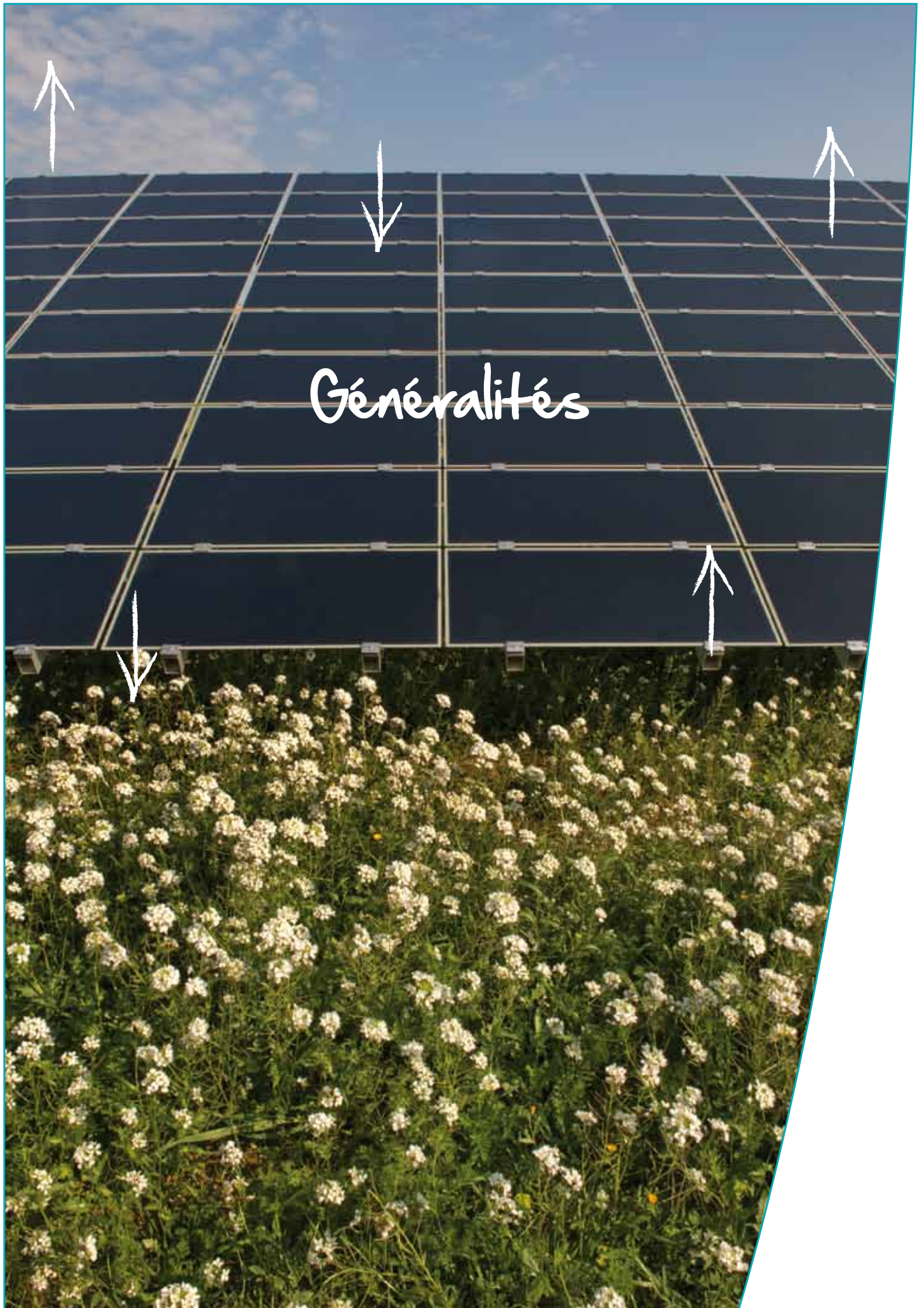
## IL S'ADRESSE :

- aux porteurs de projets d'installations solaires photovoltaïques au sol, privés et publics ;
- aux services administratifs chargés d'instruire les projets dans le cadre des procédures réglementaires ;
- aux associations et au public afin de les aider à répondre aux questions qu'ils se posent sur la protection de l'environnement et de leur cadre de vie ;
- aux praticiens des études d'impact qui y trouveront matière à réflexion méthodologique ;
- aux commissaires-enquêteurs chargés de mener les enquêtes publiques.

**Ce guide présente une démarche d'étude d'impact, qui s'applique aux projets d'installations au sol, qu'elles soit fixes ou mobiles. Les installations mobiles présentent toutefois des effets spécifiques qui sont décrits en annexe 1.**

<sup>f</sup> Décret n° 2009-1414 du 19 novembre 2009 et circulaire du 18 décembre 2009.





Généralités

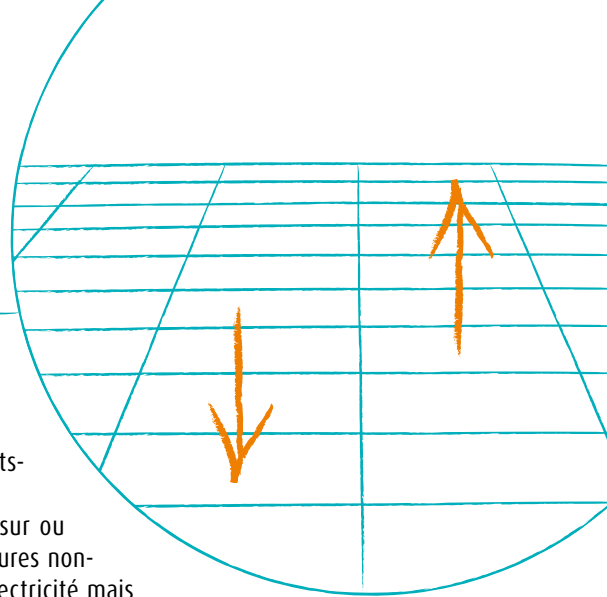


## Caractéristiques d'une installation photovoltaïque





# PRINCIPES DE L'ÉNERGIE PHOTOVOLTAÏQUE



## → L'UTILISATION DE L'ÉNERGIE SOLAIRE

L'énergie solaire est utilisée essentiellement pour deux usages : la production de chaleur et la production d'électricité. Une installation solaire thermique permet de fournir de l'eau chaude pour l'usage domestique ou pour le chauffage.

Une installation solaire photovoltaïque produit de l'électricité pouvant être utilisée sur place ou réinjectée dans le réseau de distribution électrique. Les applications du photovoltaïque se répartissent en deux grandes catégories<sup>2</sup> selon qu'elles sont ou non raccordées à un réseau électrique. Les applications non raccordées à un réseau électrique couvrent quatre domaines distincts :

- les satellites artificiels ;
- les appareils portables (calculatrices, montres) ;
- les applications professionnelles (relais de télécommunications, balises maritimes ou aéroportuaires, signalisation routière, bornes de secours autoroutières, horodateurs de stationnement, etc.) ;
- l'électrification rurale des sites isolés.

Les applications raccordées au réseau public de distribution d'électricité comprennent :

- les systèmes attachés à un bâtiment consommateur d'électricité, qu'il soit à usage résidentiel (maison individuelle, habitat collectif social ou privé) ou professionnel (bureaux, commerces, équipements publics, industrie, agriculture). Les modules peuvent être surimposés à la toiture (toit en pente ou toiture-terrasse) ou bien intégrés au bâti. Ils permettent alors généralement une double fonction (clos et couvert, bardage, verrière, garde-corps). Leur surface active est de quelques dizaines à quelques milliers de mètres carrés, soit des puissances de quelques kilowatts-crête

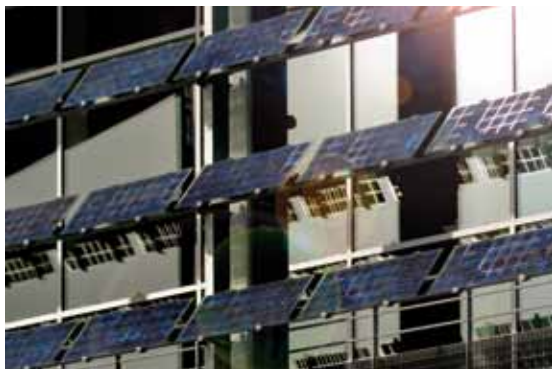
à quelques mégawatts-crête<sup>3</sup> ;

- les systèmes posés sur ou intégrés à des structures non-consommatrices d'électricité mais pour lesquelles les panneaux remplissent une fonction bien identifiée en complément de la production d'électricité (ombrière de parking, couverture de passage public ou de quai de gare, mur anti-bruit...). La surface active de tels systèmes est en général de quelques centaines à quelques milliers de mètres carrés, soit des puissances de quelques dizaines à quelques centaines de kilowatts-crête ;
- les installations photovoltaïques au sol constituées de nombreux modules portés par des structures, dont la production alimente directement le réseau électrique. Leur surface active est de quelques milliers à plusieurs dizaines de milliers de mètres carrés, ce qui correspond à des puissances de quelques centaines de kilowatts-crête à plusieurs dizaines de mégawatts-crête.

*Ce guide porte sur les installations photovoltaïques au sol.*

## → LES DIFFÉRENTES TECHNOLOGIES

Les installations photovoltaïques utilisent des cellules qui convertissent la radiation solaire en électricité. Ces cellules sont constituées d'une ou deux couches de matériaux semi-conducteurs. Lorsque la lumière atteint la cellule, cela crée un champ électrique à travers les couches et ainsi un flux électrique. Plus la lumière est intense, plus le flux électrique est important.



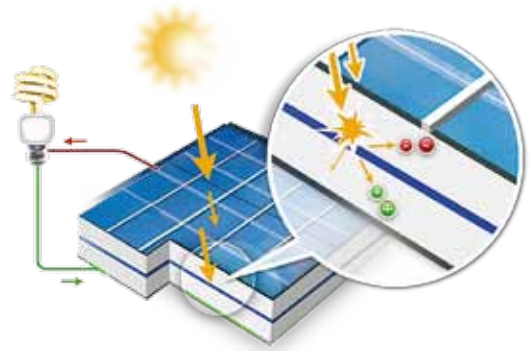
Installations solaires sur des bâtiments

<sup>2</sup> SER, SOLER, *Les applications du photovoltaïque*, novembre 2008. Disponible sur : [www.photovoltaique.info](http://www.photovoltaique.info)

<sup>3</sup> La puissance des installations s'exprime en kilowatts-crête (kWc) ou mégawatts-crête (MWc), qui expriment la puissance générée dans des conditions d'essai normalisées. 1 MWc est égal à 1000 kWc.

### LE PRINCIPE DE L'EFFET PHOTOVOLTAÏQUE

- Les particules de lumière ou photons heurtent la surface du matériau photovoltaïque disposé en cellules ou en couches minces puis transfèrent leur énergie aux électrons présents dans la matière qui se mettent alors en mouvement dans une direction particulière.
- Le courant électrique continu qui se crée par le déplacement des électrons est alors recueilli par des fils métalliques très fins connectés les uns aux autres et ensuite acheminé à la cellule photovoltaïque suivante.
- Le courant s'additionne en passant d'une cellule à l'autre jusqu'aux bornes de connexion du panneau et il peut ensuite s'additionner à celui des autres panneaux raccordés au sein d'une installation.



Source : HESPUL

Deux grandes familles de technologies photovoltaïques sont actuellement mises en œuvre dans les installations au sol.

#### Les technologies cristallines

Elles utilisent des cellules plates extrêmement fines (0,15 à 0,2 mm), découpées dans un lingot obtenu par fusion et moulage du silicium, puis connectées en série les unes aux autres pour être finalement recouvertes par le verre de protection du module. Les trois formes du silicium (monocristallin, polycristallin et en ruban) permettent trois technologies cristallines qui se différencient par leur rendement et leur coût (selon les conditions d'exploitation). Les technologies cristallines représentent près de 95 % de la production mondiale de modules photovoltaïques.

#### Les technologies dites couches minces

Elles consistent à déposer sur un substrat (verre, métal, plastique...) une fine couche uniforme composée d'un ou de plusieurs matériaux réduits en poudre. Cette opération se réalise sous vide. Parmi les technologies couches

minces, la première a été historiquement celle utilisant le silicium amorphe. Aujourd'hui ces filières utilisent principalement :

- le tellure de cadmium (CdTe), qui présente l'avantage d'un coût modéré ;
- le cuivre/indium/sélénium (CIS) ou cuivre/indium/gallium/sélénium (CIGS) ou cuivre/indium/gallium/diséléniure/disulphide (CIGSS), qui présentent les rendements les plus élevés parmi les couches minces, mais à un coût plus élevé ;
- l'arséniure de gallium (Ga-As) dont le haut rendement et le coût très élevé réservent son usage essentiellement au domaine spatial.

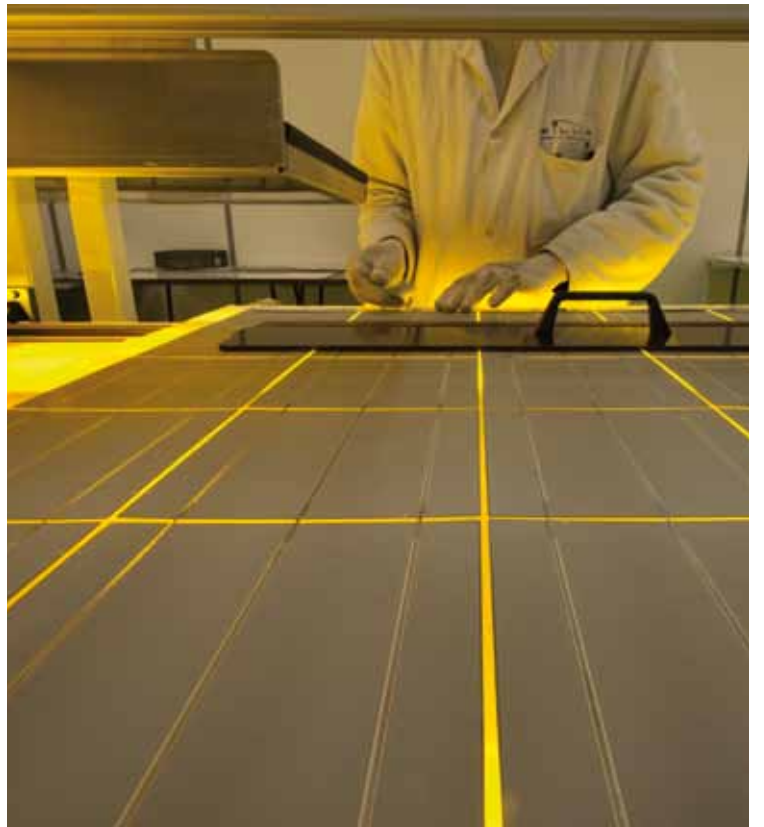
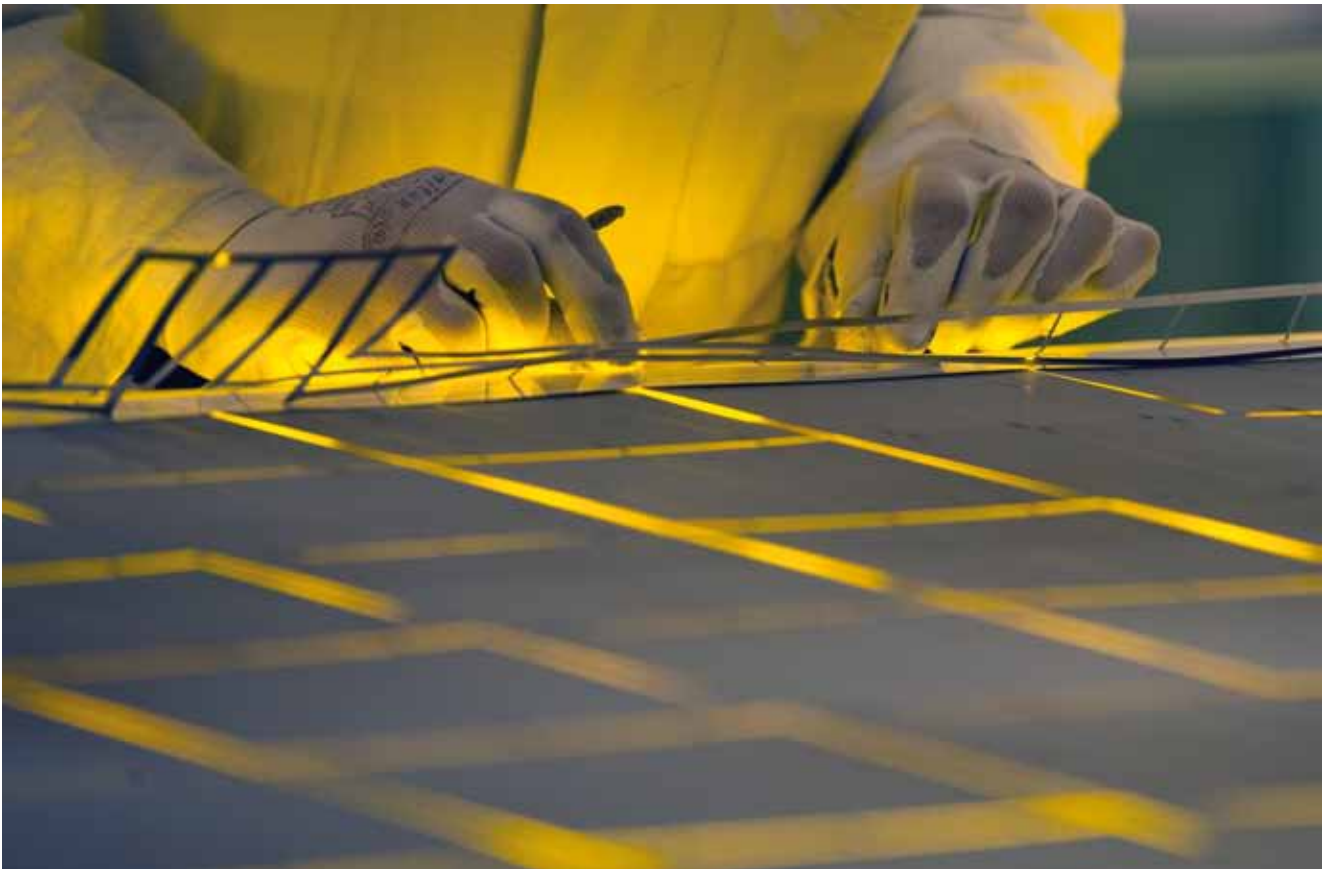
La performance d'une cellule solaire se mesure par son rendement de conversion de la lumière du soleil en électricité. En moyenne, les cellules solaires ont un rendement de 15 %. La capacité des cellules photovoltaïques est exprimée en kilowatt crête (kWc). Il s'agit de la puissance générée dans des conditions d'essai normalisées. Le tableau ci-contre présente les caractéristiques de différentes technologies.

### LES DIFFÉRENTES TECHNOLOGIES PHOTOVOLTAÏQUES

		Rendement en %	Surface en m <sup>2</sup> par kWc	Contrainte de coût/m <sup>2</sup>
TECHNOLOGIES CRISTALLINES	Silicium polycristallin	12 à 15	10	+++
	Silicium monocristallin	15 à 18	8	++++
	Silicium en ruban	12 à 15	10	+++
TECHNOLOGIES COUCHES MINCES	Silicium amorphe (a-Si)	6	16	+
	Tellure de cadmium (CdTe)	7-10	12-16	++

Source : HESPUL





Fabrication de cellules photovoltaïques

# CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES D'UNE INSTALLATION AU SOL

## → LES DIFFÉRENTS TYPES D'INSTALLATIONS

Les installations photovoltaïques sont constituées d'alignements de panneaux montés sur des châssis en bois ou en métal. Les installations fixes se distinguent des installations mobiles.

### Les installations fixes

Les installations sont orientées au sud selon un angle d'exposition pouvant varier de 25 à 30° en fonction de la topographie locale.



Exemples  
d'installations  
fixes au sol



### Les installations mobiles ou orientables

Les installations mobiles, appelées suiveurs ou « trackers », sont équipées d'une motorisation leur permettant de suivre la course du soleil pour optimiser leur exposition et donc leur rendement. Elles nécessitent un investissement et un entretien plus importants pour une productivité supérieure.

Les suiveurs permettent d'augmenter, à puissance équivalente, la production d'électricité notamment dans les régions où la proportion de rayonnement direct est la plus importante. Le gain net, déduction faite des consommations nécessaires pour faire fonctionner les moteurs de rotation, peut atteindre 30 à 40 %.



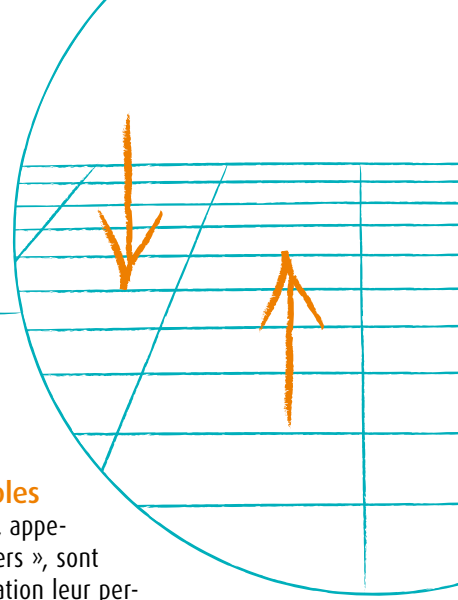
Suiveurs  
à rotation  
mono-axiale



Suiveurs à rotation bi-axiale

Il existe deux grandes catégories de suiveurs. Les suiveurs à rotation mono-axiale orientent les capteurs en direction du soleil au cours de la journée : de l'est le matin à l'ouest le soir. Les suiveurs à rotation bi-axiale peuvent s'orienter à la fois est-ouest et nord-sud. Cette solution est la seule permettant d'utiliser la technologie des cellules à concentration, où la lumière est focalisée sur une petite surface d'un matériau semi-conducteur (type multi-jonction arséniure de gallium) deux fois plus efficace que les cellules cristallines.

La démarche d'étude d'impact présentée dans ce guide est applicable aux deux types d'installations (fixes et mobiles). Toutefois, le niveau et la nature des impacts observés peuvent être différents selon le type d'installation. L'annexe 1 fait le point sur les principales variations dans les impacts des installations équipées de suiveurs par rapport aux installations fixes, au vu des informations disponibles.





## DESCRIPTION D'UNE INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE

Une installation photovoltaïque est constituée de plusieurs éléments : le système photovoltaïque, les câbles de raccordement, les locaux techniques, la clôture et les accès.

### Le système photovoltaïque

Le système photovoltaïque comprend de plusieurs alignements de panneaux. Chaque panneau contient plusieurs modules eux-mêmes composés de cellules photovoltaïques. Si nécessaire, des fondations reçoivent les supports sur lesquels sont fixés les modules.

### Les câbles de raccordement

Tous les câbles issus d'un groupe de panneaux rejoignent une boîte de jonction d'où repart le courant continu, dans un seul câble, vers le local technique. Les câbles issus des boîtes de jonction sont posés côte à côte sur une couche de 10 cm de sable au fond d'une tranchée dédiée, d'une profondeur de 70 à 90 cm.

Les câbles haute tension en courant alternatif sont également enterrés et transportent le courant du local technique jusqu'au réseau d'électricité réseau distribution France (ERDF).

### Les locaux techniques

Les locaux techniques abritent :

- les onduleurs qui transforment le courant continu en courant alternatif ;

- les transformateurs qui élèvent la tension électrique pour que celle-ci atteigne les niveaux d'injection dans le réseau ;
- les compteurs qui mesurent l'électricité envoyée sur le réseau extérieur ;
- les différentes installations de protection électrique.

### Le poste de livraison

L'électricité produite est injectée dans le réseau au niveau du poste de livraison qui peut se trouver dans le local technique ou dans un local spécifique.

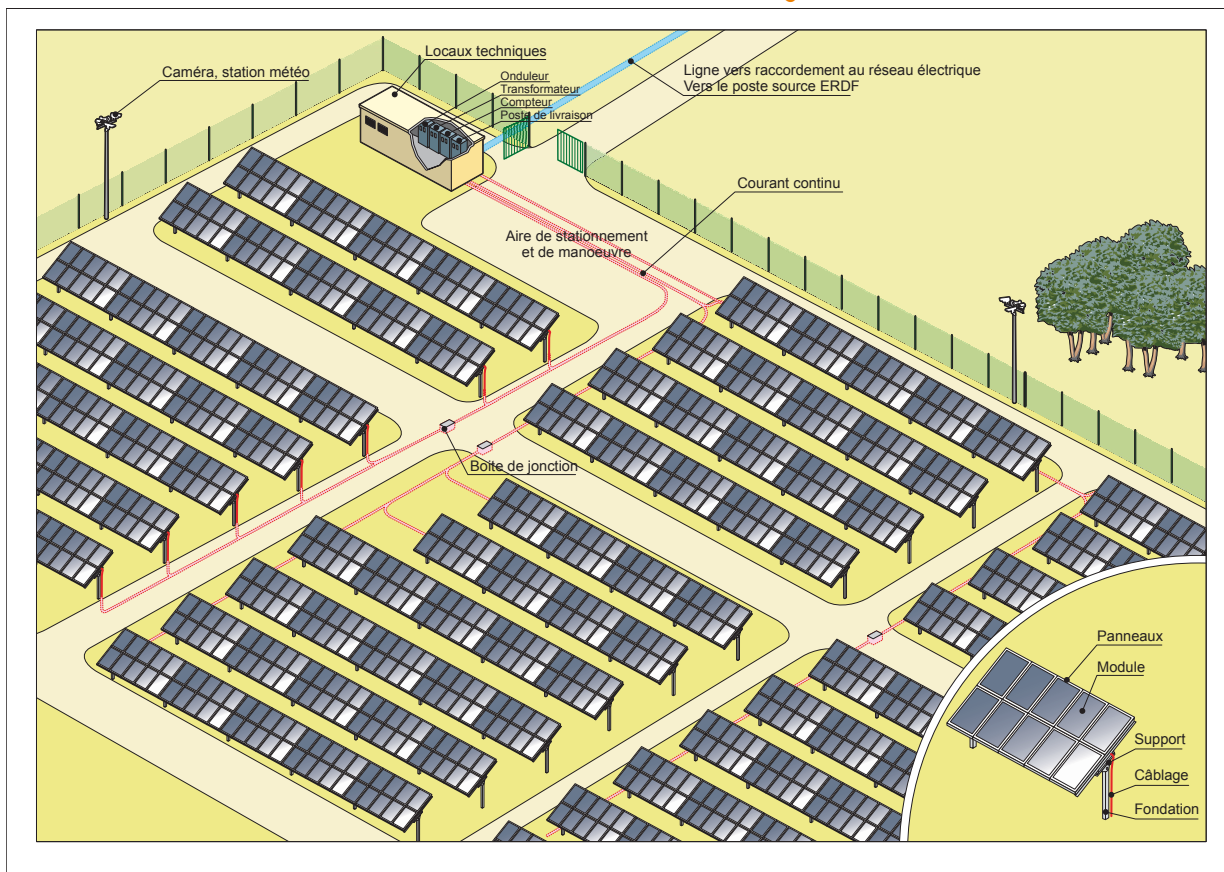
### La sécurisation du site

La clôture des installations photovoltaïques est exigée par les compagnies d'assurance pour la protection des installations et des personnes. La sécurisation du site peut être renforcée par des caméras de surveillance, un système d'alarme, un gardiennage permanent ou encore un éclairage nocturne à détection de mouvement.

### Les voies d'accès et zones de stockage

Des voies d'accès sont nécessaires pendant la construction, l'exploitation et le démantèlement. Une aire de stationnement et de manœuvre est généralement aménagée à proximité. Pendant les travaux, un espace doit être prévu pour le stockage du matériel (éventuellement dans un local) et le stockage des déchets de chantier. Durant l'exploitation, il doit être rendu possible de circuler entre les panneaux pour l'entretien (nettoyage des modules, maintenance) ou des interventions techniques (pannes).

## SCHEMA DE PRINCIPE D'UNE INSTALLATION-TYPE PHOTOVOLTAÏQUE





Deux exemples de fondations : fondations avec pieux acier (en haut) et fondations en semelle béton (en bas)



Pose des modules sur les supports

## → LES DIFFÉRENTES PHASES DE CONSTRUCTION D'UNE INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE AU SOL

La construction d'une installation photovoltaïque au sol se réalise généralement selon les phases suivantes :

- aménagement éventuel des accès (lorsque les pistes sont inexistantes ou de gabarit insuffisant) ;
- préparation éventuelle du terrain (nivellement et terrassement) ;
- réalisation de tranchées pour l'enfouissement des câbles d'alimentation ;
- pose des fondations des modules. Selon la qualité géotechnique des terrains, des structures légères (pieux en acier battus dans le sol) ou des fondations plus lourdes (semelles en béton par exemple) seront mises en place ;
- montage des supports des modules ;
- pose des modules photovoltaïques sur les supports ;
- installation des équipements électriques (onduleurs et transformateurs, poste de livraison), puis raccordements ;
- travaux de sécurisation (clôture, surveillance) ;
- essais de fonctionnement.

## → LA FIN DE VIE D'UNE INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE AU SOL

Tous les constructeurs proposent aujourd'hui des garanties de production sur 25 ans (la production est encore de 90 % de la production initiale après 10 ans et de 80 % après 25 ans). Les installations existantes montrent que les modules peuvent produire pendant 30 ans. En fin de vie de l'installation, deux choix s'offrent donc à l'exploitant :

- soit la continuité de l'activité qui nécessite le remplacement des modules de production par des modules de nouvelle génération et la modernisation des installations annexes (sous réserve de l'obtention de nouvelles autorisations administratives et du renouvellement du bail du terrain) ;
- soit la cessation d'activité qui requiert la déconstruction des installations et la remise en état du site.

## Chantier de montage de la ferme solaire

Travaux préparatoires :  
terrassements,  
raccordement  
électrique et fondations



1 - Préparation du terrain, réalisation des accès et pistes de circulation à l'intérieur de l'aire de projet.



2 - Création des tranchées.



3 - Mise en place des câbles électriques.



4 - Remblaiement et remise en place de la terre végétale.



5 - Creusement des fondations des équipements électriques.

## Pose des pieux de fixation et des structures



1 - Pose des pieux par battage.



2 - Pose des braquets d'angle.



3 - Pose des structures de support.



4 - Pose des modules.



5 - Pose des clôtures et portails.



6 - Pose des onduleurs, des équipements électriques et connexion.

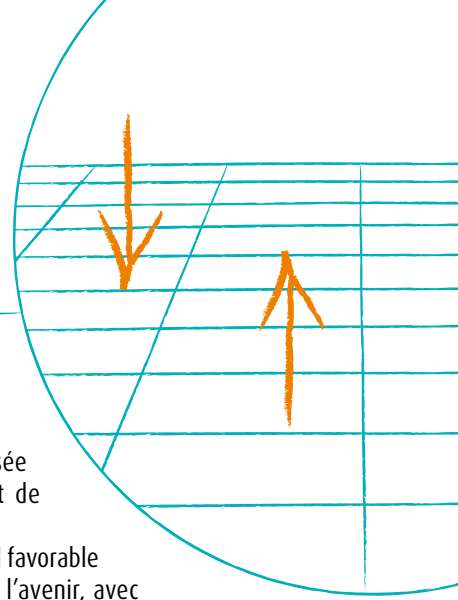


7 - Projet terminé.

Source étude -  egis



# IMPACTS DES SYSTÈMES PHOTOVOLTAÏQUES SUR LE CLIMAT



## → L'IMPACT SUR LE CLIMAT

Une installation photovoltaïque ne génère pas de gaz à effet de serre durant son fonctionnement. Elle ne produit aucun déchet dangereux et n'émet pas de polluants locaux.

L'Agence internationale de l'énergie calcule qu'une installation photovoltaïque raccordée au réseau fournit l'équivalent de l'énergie nécessaire à sa fabrication dans un délai de un à trois ans, selon l'ensoleillement du site. Du point de vue des émissions évitées, elle estime que 1 kW photovoltaïque permet d'économiser entre 1,4 t et 3,4 t de CO<sub>2</sub> sur sa durée de vie.

En 2030, selon les chiffres avancés par l'Association européenne du photovoltaïque, le solaire photovoltaïque permettra de réduire les émissions mondiales de CO<sub>2</sub> de 1,6 milliard de tonnes par an, soit l'équivalent de la production de 450 centrales au charbon d'une puissance moyenne de 750 MW.

Le plan de développement des énergies renouvelables, issu du Grenelle Environnement, et la programmation pluriannuelle des investissements fixent pour 2020 un objectif de 5 400 MW photovoltaïques installés fin 2020. L'ensemble des mesures concernant la production d'électricité d'origine photovoltaïque en France permettra ainsi en 2020 de réduire les émissions de la France de 1,7 Mteq CO<sub>2</sub><sup>4</sup>, voire davantage selon de récentes évaluations de la DGEC.

## → L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

### L'impact environnemental de la fabrication

La mesure de l'impact environnemental s'effectue par une analyse du cycle de vie du système photovoltaïque depuis sa fabrication jusqu'à son installation sur site, son fonctionnement et sa fin de vie. Si le fonctionnement d'une installation photovoltaïque n'occasionne pas de pollution particulière, la source d'impact la plus importante dans le cycle de vie des systèmes photovoltaïques est la consommation d'énergie pour la fabrication des modules. Dans le cas de la filière silicium cristallin<sup>5</sup>, qui représente environ 90 % du marché, la dépense énergétique pour fabriquer le système photovoltaïque provient à 40 % du procédé de raffinage du silicium. Cette dépense

énergétique est compensée lors du fonctionnement de l'installation.

Ce bilan environnemental favorable pourrait être amélioré à l'avenir, avec des processus industriels plus performants permettant de réduire la dépense énergétique lors de la fabrication, avec l'économie de matériaux (diminution de l'épaisseur des plaques de silicium, pose de modules sans cadre) ou encore avec l'augmentation du rendement des cellules. Enfin, la mise en place de filières de recyclage des modules contribue à la réduction des impacts environnementaux.

Les analyses de cycle de vie peuvent utiliser d'autres indicateurs, tels que le contenu en carbone exprimé en grammes de CO<sub>2</sub> équivalent par kWh produit. Des résultats d'analyses de cycle de vie ont été produits dans le cadre du projet ESPACE<sup>6</sup>. Comme pour la dépense énergétique, les émissions se produisent essentiellement lors de la fabrication des modules.

### L'impact sur les territoires et la réversibilité des installations

L'énergie photovoltaïque est disponible et accessible sur l'ensemble du territoire. Cette production décentralisée contribue à une meilleure adéquation entre les besoins et la production au niveau local, évitant ainsi le transport d'énergie (et les pertes) sur de grandes distances.

La durée de vie des modules est de l'ordre de 25 ans. À cette échéance, la déconstruction des installations doit permettre d'envisager un retour à l'utilisation initiale du sol.

Une installation photovoltaïque au sol peut être considérée comme réversible à condition que :

- l'ensemble des structures puissent être entièrement démantelées afin de rendre le terrain à son propriétaire sans aucune trace de l'installation ;
  - l'installation ait généré (pendant sa construction, son exploitation et son démantèlement) aucune pollution des sols et des eaux superficielles et souterraines ;
  - les provisions financières de l'exploitant permettent le financement de l'opération de déconstruction, de recyclage des matériaux et de remise en état du site.
- L'exploitant étant généralement locataire du site, la destination du sol après déconstruction des installations

<sup>4</sup> Ministère du Développement durable, *Plan climat de la France, mise en œuvre du Grenelle Environnement*, 2009. Disponible sur [www.developpement-durable.gouv.fr](http://www.developpement-durable.gouv.fr)

<sup>5</sup> HESPUL, *Systèmes photovoltaïques : fabrication et impact environnemental*. Synthèse réalisée par C. Miquel sous la direction de B. Gaiddon, juillet 2009. Disponible sur [www.photovoltaique.info](http://www.photovoltaique.info)

<sup>6</sup> <http://espace-pv.org/>



et remise en état du site dépend du propriétaire des terrains. La destination du site après cessation d'activité doit être fondée sur sa nature et son usage antérieur avant implantation des installations. Le terrain pourra,

par exemple, constituer une réserve foncière, protégée de l'urbanisation. Un terrain en zone périurbaine pourra constituer une zone d'extension de l'urbanisation si les documents d'urbanisme le permettent.



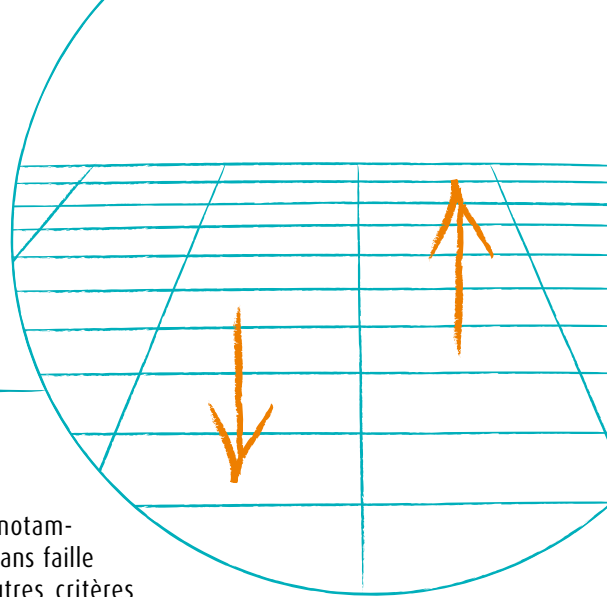
Une installation photovoltaïque ne génère pas de gaz à effet de serre durant son fonctionnement.



## Cadre réglementaire



# LES ENGAGEMENTS EUROPÉENS ET LE GRENELLE ENVIRONNEMENT



**La directive 2009/28/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 avril 2009 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables** fixe, à l'horizon 2020, des objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre de 20 % (par rapport à 1990), de 20 % d'énergies renouvelables dans la consommation totale de l'Union européenne et de 20 % d'amélioration de l'efficacité énergétique. L'objectif européen attribué à la France est de 23 % d'énergies renouvelables en 2020. Cela signifie que la France doit plus que doubler sa production d'énergies renouvelables.

**La loi n° 2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement, dite loi Grenelle 1**, place la lutte contre le changement climatique au premier rang des priorités. Dans cette perspective, l'engagement pris par la France de diviser par quatre ses émissions de gaz à effet de serre entre 1990 et 2050 est confirmé. La France s'engage également à contribuer à la réalisation de l'objectif d'amélioration de 20 % de l'efficacité énergétique de la Communauté européenne et s'engage à porter la part des énergies renouvelables à au moins 23 % de sa consommation d'énergie finale d'ici à 2020.

**La programmation pluriannuelle des investissements de production électrique (PPI)** décline les objectifs de la politique énergétique en termes de développement du parc de production électrique à l'horizon 2020 (arrêté du 15 décembre 2009). Dans le cadre du programme d'équipement en énergie non carbonée, la PPI poursuit le développement de la production d'électricité d'origine renouvelable et retient, pour l'horizon 2020, les objectifs suivants pour les principales filières renouvelables électriques :

- 25 000 MW d'éolien et énergies marines répartis entre 19 000 MW d'éolien terrestre et 6 000 MW d'éolien en mer et autres énergies marines (vagues, courants, etc.) ;
- 5 400 MW de solaire photovoltaïque ;
- 2 300 MW de biomasse ;
- 3 TWh/an et 3 000 MW de capacité de pointe pour l'hydraulique.

**Selon le plan de développement des énergies renouvelables**<sup>7</sup>, la réalisation de l'objectif en matière d'énergies

renouvelables appelle notamment une exemplarité sans faille dans le respect des autres critères du développement durable au cours de ce développement, en maîtrisant les impacts environnementaux, économiques, sociaux et sociétaux. Ainsi, le développement de chaque source d'énergie devra respecter la biodiversité, le paysage, le patrimoine, les sols, l'air et l'eau et limiter, autant que possible, les conflits d'usage avec d'autres activités socio-économiques ou d'autres usages des sols.

**La loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement, dite loi Grenelle 2**, prévoit la mise en place de schémas régionaux du climat, de l'air et de l'énergie (SRCAE, article 68) qui détermineront, notamment à l'horizon 2020, par zone géographique, en tenant compte des objectifs nationaux, des orientations qualitatives et quantitatives de la région en matière de valorisation du potentiel énergétique terrestre renouvelable de son territoire.

Un schéma régional de raccordement au réseau d'énergies renouvelables (article 71) permettra d'anticiper les renforcements nécessaires sur les réseaux en vue de la réalisation des objectifs des schémas régionaux du climat, de l'air et de l'énergie. Les renforcements du réseau seront réservés pendant dix ans à l'accueil des installations utilisant des sources d'énergie renouvelable.

Toujours en matière d'énergie et de climat, les régions, les départements, les communautés urbaines, les communautés d'agglomération ainsi que les communes ou communautés de communes de plus de 50 000 habitants devront adopter un plan climat énergie territorial (PCET, article 75). Ce plan définit : les objectifs stratégiques et opérationnels de la collectivité afin d'atténuer le réchauffement climatique et s'y adapter ; le programme des actions à réaliser afin, notamment, d'améliorer l'efficacité énergétique, d'augmenter la production d'énergie renouvelable et de réduire l'impact des activités en termes d'émissions de gaz à effet de serre conformément aux objectifs issus de la réglementation communautaire relative à l'énergie et au climat ; un dispositif de suivi et d'évaluation des résultats. Le schéma régional du climat, de l'air et de l'énergie sert ainsi de cadre de référence aux programmes d'action que sont les PCET.

<sup>7</sup> Ministère du Développement durable, dossier de presse *Grenelle Environnement : réussir la transition énergétique – 50 mesures pour un développement des énergies renouvelables à haute qualité environnementale – 17 novembre 2008*. Disponible sur [www.developpement-durable.gouv.fr](http://www.developpement-durable.gouv.fr)

La loi Grenelle 2 modifie également (article 230 et suivants) le dispositif des études d'impact pour améliorer la transposition de la directive 85/337/CE (articles L122-1 à L122-3 du code de l'environnement). La loi précise ainsi le champ d'application de l'étude d'impact en faisant référence aux critères de nature, de dimension et de localisation des projets et en passant d'une liste négative de projets non soumis à études d'impact à une liste positive de projets soumis. Afin de prendre en compte la sensibilité des milieux, la loi crée une procédure de soumission de certains projets à une étude d'impact par un examen au cas par cas et supprime la procédure de notice d'impact. La loi Grenelle 2 vise enfin à garantir une meilleure prise en considération des études d'impact dans les procédures d'autorisation, d'approbation ou d'exécution des projets. Ainsi, la décision de l'autorité compétente

pour autoriser le projet « prend en considération l'étude d'impact, l'avis de l'autorité administrative d'État compétente en matière d'environnement et le résultat de la consultation du public » (article L 122-1). Cette décision précise notamment « les conditions dont la décision est éventuellement assortie » et « les mesures destinées à éviter, réduire et, lorsque c'est possible, compenser les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine ».

Un décret d'application fixera les nouvelles rubriques de la liste positive et les catégories de seuils d'étude d'impact systématique ou au cas par cas et complètera le contenu des études d'impact. L'ensemble des dispositions s'appliqueront aux projets dont le dossier de demande d'autorisation est déposé six mois après la publication du décret.



Débat public dans le cadre du Grenelle Environnement



# PROCÉDURES APPLICABLES

Le décret du 19 novembre 2009<sup>8</sup> introduit un cadre réglementaire pour les installations photovoltaïques au sol (permis de construire, étude d'impact, enquête publique). Par ailleurs, ces installations sont soumises aux dispositions en vigueur concernant le droit de l'urbanisme et la préservation de la ressource en eau, les sites Natura 2000, les défrichements, ainsi que le droit électrique.

Le détail des procédures est exposé dans la circulaire du 18 décembre 2009<sup>9</sup> et mentionné en annexe 2 de ce guide.

## ➔ LES PROCÉDURES D'AUTORISATION

Selon les projets, la réalisation d'installations photovoltaïques au sol implique plusieurs autorisations, au titre du droit de l'électricité, du code de l'urbanisme, du code de l'environnement et du code forestier.

### Au titre de l'urbanisme et du droit du sol

#### Permis de construire ou déclaration préalable

Le décret du 19 novembre 2009 modifie le code de l'urbanisme. Les installations :

- de puissance supérieure à 250 kWc sont soumises à un permis de construire ;
- de puissance inférieure à 250 kWc nécessitent une simple déclaration préalable. Elles sont toutefois dispensées de formalités au titre du code de l'urbanisme en dehors des secteurs protégés si leur puissance crête est inférieure à 3 kWc et si leur hauteur maximale au-dessus du sol ne dépasse pas 1,80 m.

Le permis de construire ou la déclaration préalable relèvent de la compétence du préfet car il s'agit d'ouvrages de production d'énergie qui n'est pas destinée à une utilisation directe par le demandeur. Ces autorisations ne peuvent pas être délivrées par l'État dès lors que le projet n'est pas conforme cumulativement aux règles générales d'urbanisme d'ordre public et aux règles du POS/PLU.

Dans certains cas, les constructions et installations connexes peuvent également nécessiter une autorisation d'urbanisme. Il s'agit des lignes électriques, des postes de raccordement ou des clôtures (voir annexe 2).

Enfin, les panneaux photovoltaïques et autres installations qui ne sont pas soumises à permis de construire ou déclaration préalable doivent faire l'objet, en secteur protégé, d'une autorisation spéciale de travaux délivrée par l'architecte des Bâtiments de France. Les secteurs protégés sont les périmètres de monuments historiques

(avec ou sans covisibilité), les sites inscrits et classés, les secteurs sauvegardés et les zones de protection du patrimoine architectural, urbain et paysager (ZPPAUP).

#### Respect des règles d'urbanisme

Tout projet, soumis ou non à autorisation, doit respecter les règles générales d'urbanisme. Certaines règles sont applicables sur l'ensemble du territoire, que la commune soit couverte ou non par un plan d'occupation des sols (POS) ou un plan local d'urbanisme (PLU). Ainsi un projet ne peut « avoir des conséquences dommageables sur l'environnement ». Il ne peut « porter atteinte aux lieux avoisinants, aux sites, aux paysages naturels ou urbains ainsi qu'à la conservation des perspectives monumentales » (article R 111-21 du code de l'urbanisme).

Le projet doit, s'il y a lieu, respecter les règles du POS/PLU et les servitudes d'utilité publique. En conséquence, dès lors qu'une commune est couverte par un POS ou un PLU, le maître d'ouvrage doit se référer au règlement de celui-ci pour vérifier si la réalisation du projet est possible. Dans le cas contraire, la commune, dans la mesure où elle estime que ce projet est d'intérêt général et respecte les règles générales d'urbanisme, devra procéder à une modification ou une révision de son document d'urbanisme.

La circulaire du 18 décembre 2009 précise que « les projets de centrales solaires n'ont pas vocation à être installés en zones agricoles, notamment cultivées ou utilisées pour des troupeaux d'élevage. Dès lors, l'installation d'une centrale solaire sur un terrain situé dans une zone agricole dite zone NC des POS ou zone A des PLU, ou sur un terrain à usage agricole dans une commune couverte par une carte communale, est généralement inadaptée compte tenu de la nécessité de conserver la vocation agricole des terrains concernés. Toutefois, l'accueil d'installations solaires au sol peut être envisagée sur des terrains qui, bien que situés en zone classée agricole, n'ont pas fait l'objet d'un usage agricole dans une période récente. Une modification de la destination du terrain est alors nécessaire.

Sur les territoires non couverts par un document d'urbanisme, les autorisations d'occupation du sol étant délivrées sur le fondement des règles générales de l'urbanisme et des autres dispositions législatives et réglementaires applicables, il est possible de s'opposer à la délivrance d'une telle autorisation, ou à une déclaration

<sup>8</sup> Décret n° 2009-1414 du 19 novembre 2009 relatif aux procédures administratives applicables à certains ouvrages de production d'électricité.

<sup>9</sup> La circulaire est disponible sur [www.developpement-durable.gouv.fr/-Energie-et-Climat,123-.html](http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Energie-et-Climat,123-.html)

préalable, s'il s'avère que le projet serait notamment de nature à porter atteinte au caractère ou à l'intérêt des lieux environnants (article R 111-21 du code de l'urbanisme), à compromettre les activités agricoles ou forestières (article R 111-14) ou à comporter des risques pour la sécurité publique (article R 111-2) ».

La commune, autorité compétente en matière d'élaboration du POS/PLU, et l'État, compétent pour instruire

et délivrer les demandes d'autorisations d'urbanisme, doivent s'accorder en amont du projet :

- d'une part, sur la faisabilité du projet au regard des règles générales d'urbanisme ;
- d'autre part, sur la nécessité de modifier ou réviser le document d'urbanisme, ce qui implique au préalable une position partagée sur le caractère d'intérêt général du projet.

### RÉVISION OU MODIFICATION SIMPLIFIÉE DU DOCUMENT D'URBANISME

Lors d'une révision du document d'urbanisme, l'État est notamment associé à l'élaboration du PLU. Il peut, à cette occasion, émettre un avis sur le caractère d'intérêt général du projet.

Il existe, par ailleurs, une procédure de modification simplifiée qui ne peut être utilisée que pour supprimer des règles « qui auraient pour seul objet ou pour seul effet d'interdire les ouvrages photovoltaïques installés sur le sol d'une puissance crête inférieure ou égale à 12 Mwc, dans les parties des zones naturelles qui, soit ne font pas l'objet d'une protection spécifique en raison de la qualité des sites, des milieux naturels et des paysages, soit ne présentent ni un intérêt écologique particulier, ni un intérêt pour l'exploitation forestière » (article R 123-20-1 du code de l'urbanisme).

### PRÉSERVATION DES ESPACES AGRICOLES

De nouvelles dispositions concernant la préservation des espaces agricoles ont été introduites par la loi n° 2010-874 du 27 juillet 2010. L'article 51 de la loi précise les règles applicables aux constructions et installations nécessaires à des équipements collectifs (tels que tels que les installations photovoltaïques). Les dispositions entrent en vigueur à une date et dans les conditions fixées par décret en Conseil d'État et au plus tard le 28 janvier 2011.

En l'absence de document d'urbanisme, les constructions et installations nouvelles nécessaires à des équipements collectifs sont autorisées (en dehors des parties actuellement urbanisées de la commune), dès lors qu'elles ne sont pas incompatibles avec l'exercice d'une activité agricole, pastorale ou forestière sur le terrain sur lequel elles sont implantées (L 111-1-2 du code de l'urbanisme). Lorsqu'un projet est proposé sur un terrain où est exercée une activité agricole ou qui est à vocation agricole, et que ce projet a pour conséquence une réduction de ces surfaces, il doit être soumis pour avis à la commission départementale de la consommation des espaces agricoles.

Les constructions et installations nécessaires à des équipements collectifs peuvent être autorisées dans les zones naturelles, agricoles ou forestières des plans locaux d'urbanisme dès lors qu'elles ne sont pas incompatibles avec l'exercice d'une activité agricole, pastorale ou forestière du terrain sur lequel elles sont implantées et qu'elles ne portent pas atteinte à la sauvegarde des espaces naturels et des paysages (L 123-1).

Enfin, dans les secteurs des cartes communales où les constructions ne sont pas admises, des constructions et installations nécessaires à des équipements collectifs peuvent cependant être autorisées, dès lors qu'elles ne sont pas incompatibles avec l'exercice d'une activité agricole, pastorale ou forestière sur le terrain sur lequel elles sont implantées et qu'elles ne portent pas atteinte à la sauvegarde des espaces naturels et des paysages (L 124-2).

### PROJETS EN ZONE MONTAGNE OU LITTORALE

Tout projet d'implantation situé en zone couverte par la loi littoral<sup>10</sup> et/ou la loi montagne<sup>11</sup> en respecte les dispositions.

<sup>10</sup> Loi n° 86-2 du 3 janvier 1986 relative à l'aménagement, la protection et la mise en valeur du littoral.

<sup>11</sup> Loi n° 85-90 du 9 janvier 85 relative au développement et à la protection de la montagne.



## Au titre du droit de l'électricité

Les demandes concernent :

- l'autorisation d'exploiter délivrée par le ministère du Développement durable si les projets ont une puissance supérieure ou égale à 4,5 MWc (en dessous de ce seuil, les projets doivent faire l'objet d'une déclaration ou sont réputés déclarés si leur puissance est inférieure à 250 kWc) ;
- le raccordement au réseau, c'est-à-dire l'acceptation de la proposition technique et financière auprès de RTE (Réseau de transport d'électricité) ou d'ERDF (Électricité réseau de distribution de France), qui permettra le raccordement au réseau ;
- le certificat ouvrant droit à obligation d'achat : la demande est à adresser à la DREAL pour les installations de puissance supérieure à 250 kWc (en dessous de ce seuil, l'obtention du certificat est tacite).

## Au titre du code de l'environnement

### La loi sur l'eau

Si elles ont une incidence avérée sur l'eau et les milieux aquatiques, les installations photovoltaïques au sol doivent faire l'objet d'une autorisation ou d'une déclaration au titre de la loi sur l'eau<sup>12</sup> et doivent produire à ce titre une évaluation des incidences.

La nomenclature des opérations soumises à autorisation et déclaration au titre de la loi sur l'eau figure à l'article R 214-1 du code de l'environnement. Les installations photovoltaïques au sol peuvent être concernées par les rubriques suivantes, qui ne s'appliquent pas de manière systématique sauf pour des raisons particulières au projet :

- la rubrique 2.1.5.0. s'applique dans certains cas particuliers, mais d'une manière générale les panneaux sont espacés et permettent ainsi l'infiltration de l'eau de pluie dans le sol ;
- la rubrique 3.2.2.0. peut s'appliquer pour autant que les installations soient installées dans le lit majeur d'un cours d'eau, susceptibles de ce fait de modifier l'écoulement des eaux en cas d'inondation ;
- la rubrique 3.3.1.0. concerne les cas de travaux qui entraîneraient l'assèchement d'une zone humide.

### Le principe de protection stricte des espèces

L'article L 411-1 du code de l'environnement prévoit un système de protection stricte d'espèces de faune et de flore sauvages dont les listes sont fixées par arrêté ministériel. Il est en particulier interdit de détruire les spécimens, les sites de reproduction et les aires de repos des espèces protégées, de les capturer, de les transporter, de les perturber intentionnellement ou de les commercialiser. Le non respect de ces règles fait l'objet des sanctions pénales prévues à l'article L 415-3 du code de l'environnement. La conception des projets doit respecter ces interdictions. Il n'est possible de déroger qu'exceptionnellement à ces interdictions portant sur les espèces

protégées. La dérogation est accordée par l'administration sur la base d'un dossier de demande de dérogation<sup>13</sup>, en l'absence d'autres solutions alternatives, à condition de justifier d'un intérêt précis prévu par la législation (L 411-2) et à condition de ne pas dégrader l'état de conservation des espèces concernées.

## Au titre du code forestier

Un défrichement est une opération qui a pour effets de détruire volontairement l'état boisé d'un terrain et de mettre fin à sa destination forestière. Tout défrichement nécessite l'obtention d'une autorisation préalable<sup>14</sup>, accordée par le préfet, au titre des articles L 311-1 et suivants du code forestier (et L 312-1 pour les bois des collectivités et de certaines personnes morales). L'annexe 2 présente le contenu de la demande d'autorisation de défrichement qui contient, le cas échéant, une étude d'impact.

La procédure de l'étude d'impact est en effet applicable aux défrichements et premiers boisements d'un seul tenant soumis à autorisation et portant sur une superficie d'au moins 25 hectares (article R 122-8 du code de l'environnement). Les défrichements de superficie inférieure sont dispensés d'étude d'impact (R 122-5) mais doivent produire une notice d'impact (R 122-9).

Pour les défrichements d'un seul tenant soumis à autorisation et portant sur une superficie d'au moins 25 hectares, une enquête publique doit également être réalisée. Ce seuil est abaissé à 10 hectares si un arrêté préfectoral a constaté que le taux de boisement de la commune est inférieur à 10 % (annexe 1 à l'article R 123-1 du code de l'environnement).

La procédure d'instruction des demandes est prévue aux articles R 312-1 et suivants du code forestier. L'autorisation de défrichement doit être obtenue préalablement à la délivrance de l'autorisation administrative pour la réalisation des travaux (L 311-5 du code forestier).

## → L'ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE

### L'étude d'impact

Le code de l'environnement soumet à étude d'impact les « travaux d'installation d'ouvrages de production d'électricité à partir de l'énergie solaire installés sur le sol dont la puissance crête est supérieure à deux cent cinquante kilowatts » (article R 122-8).

Les ouvrages annexes (transport et distribution d'électricité, postes de transformation) peuvent également faire l'objet, selon les cas, d'une étude d'impact, ainsi que les opérations de défrichement.

Le contenu de l'étude d'impact est défini à l'article R 122-3 du code de l'environnement. Il doit être en relation avec l'importance des travaux et aménagements projetés et avec leurs incidences prévisibles sur l'environnement (principe de proportionnalité).

<sup>12</sup> Articles L214-1 et suivants du code de l'environnement.

<sup>13</sup> Voir la composition du dossier en annexe 2.

<sup>14</sup> Il existe toutefois des exemptions pour les bois de particuliers.

L'étude d'impact est jointe à chacune des demandes d'autorisation administratives auxquelles est soumis le projet<sup>15</sup>. Elle fait l'objet d'un avis circonstancié de l'autorité environnementale.

### L'avis de l'autorité environnementale

La loi du 26 octobre 2005<sup>16</sup> introduit la production d'un avis de l'autorité de l'État compétente en matière d'environnement pour les projets soumis à étude d'impact. Le décret du 30 avril 2009<sup>17</sup> fixe le rôle de l'autorité administrative de l'État compétente en matière d'environnement. Pour les installations photovoltaïques au sol, où la décision est de niveau local, l'autorité environnementale est le préfet de région.

L'autorité environnementale émet un avis sur l'étude d'impact des projets. Elle se prononce sur la qualité du document et sur la manière dont l'environnement est pris en compte dans le projet. L'avis de l'autorité environnementale comporte une analyse du contexte du projet, une analyse du caractère complet de l'étude d'impact, de sa qualité et du caractère approprié des informations qu'il contient, et une analyse de la prise en compte de l'environnement dans le projet, notamment la pertinence et la suffisance des mesures de suppression, de réduction, voire de compensation des impacts.

L'avis vise à éclairer le public sur la manière dont le pétitionnaire a pris en compte les enjeux environnementaux. Il est joint le cas échéant à l'enquête publique. Il constitue l'un des éléments dont dispose l'autorité compétente pour prendre la décision d'autorisation ou d'approbation. L'avis est également transmis au maître d'ouvrage.

L'avis de l'autorité environnementale intervient lors de la procédure d'autorisation. Cette autorité intervient également en amont, lors du cadrage préalable.

### Les évaluations des incidences

#### Évaluation des incidences au titre de la loi sur l'eau

Lorsque les installations sont soumises à autorisation ou à déclaration au titre de la loi sur l'eau, le dossier d'autorisation ou de déclaration doit comprendre un document d'incidences<sup>18</sup>. Lorsqu'une étude d'impact ou une notice d'impact est exigée, elle est jointe à ce document, qu'elle remplace si elle contient les informations demandées. Le contenu de l'étude d'incidences loi sur l'eau est présenté dans l'annexe 2.

#### Évaluation des incidences sur les sites Natura 2000 au titre de la directive habitats-faune-flore

La politique européenne de préservation de la biodiversité s'appuie sur l'application des directives européennes oiseaux (2009/147 du 30 novembre 2009) et habitats-faune-flore (92/43) adoptées respectivement en 1979

et 1992. Les deux piliers de la mise en œuvre de ces directives sont :

- la protection stricte de certaines espèces et habitats sur l'ensemble du territoire national ;
- la mise en place d'un réseau de sites représentatifs gérés durablement, le réseau Natura 2000.

La directive habitats n'interdit pas a priori la conduite de nouvelles activités sur un site Natura 2000. Néanmoins, elle impose de soumettre les plans et projets dont l'exécution pourrait avoir des répercussions significatives sur le site à une évaluation de leurs incidences sur les habitats et espèces d'intérêt communautaire<sup>19</sup>.

Un plan ou un projet ne peut être autorisé que si, au regard de l'évaluation de ses incidences, il ne porte pas atteinte à l'intégrité du site considéré. Cependant, lorsque les conclusions de l'évaluation des incidences sont négatives, le plan ou projet peut être autorisé à condition :

- qu'il n'existe aucune solution alternative de moindre incidence ;
- que le plan ou le projet soit motivé par des raisons impératives d'intérêt public majeur ;
- que l'État membre prenne toute mesure compensatoire nécessaire pour garantir la cohérence globale du réseau natura 2000, ces mesures devant être notifiées à la Commission européenne ;
- d'avoir recueilli l'avis de la Commission européenne lorsque le site abrite un habitat naturel ou une espèce prioritaire et que le plan/projet est motivé par une raison impérative d'intérêt public majeur autre que la santé de l'homme, la sécurité publique ou des conséquences bénéfiques primordiales pour l'environnement.

L'évaluation des incidences au regard de la conservation des sites Natura 2000 concerne les projets situés à l'intérieur de la délimitation d'un site Natura 2000, mais aussi, dans certains cas, les projets situés à l'extérieur des sites Natura 2000. Sont soumis à évaluation des incidences :

- les plans ou projets soumis à un régime d'autorisation ou de déclaration qui figurent sur la liste nationale ;
- les plans ou projet soumis à un régime d'autorisation ou de déclaration qui figurent sur une liste locale établie par le préfet complétant la liste nationale ;
- les plans ou projets qui ne relèvent d'aucun régime juridique mais qui figurent sur une autre liste locale établie par le préfet sur la base d'une liste nationale de référence (décret à paraître).

En conséquence, le pétitionnaire devra prendre connaissance du contenu desdites listes, la liste nationale étant prévue à l'article R 414-19 du code de l'environnement et les listes locales étant consultables auprès des services de l'État compétents (DREAL ou préfecture).

<sup>15</sup> Article R 122-14 du code de l'environnement.

<sup>16</sup> Loi n° 2005-1319 du 26 octobre 2005 portant diverses dispositions d'adaptation au droit communautaire dans le domaine de l'environnement.

<sup>17</sup> Décret n° 2009-496 du 30 avril 2009 relatif à l'autorité administrative de l'État compétente en matière d'environnement prévue aux articles L 122-1 et L 122-7 du code de l'environnement.

<sup>18</sup> Articles R 214-6 et R 214-32 du code de l'environnement.

<sup>19</sup> Article L414-4 du code de l'environnement.

Pour les installations photovoltaïques au sol de plus de 250 kWc, l'évaluation des incidences est obligatoire, qu'ils se situent dans ou en dehors d'un site Natura 2000. Dans

les autres cas, il conviendra de se référer aux listes locales. Le contenu de l'étude d'incidences Natura 2000 est présenté dans la partie « La réalisation » p.53.

### CHAMP D'APPLICATION DU DISPOSITIF D'ÉVALUATION DES INCIDENCES NATURA 2000

Installations photovoltaïques et travaux associés	Procédure administrative	Champ d'application du dispositif d'évaluation des incidences Natura 2000
<b>PUISSANCE SUPÉRIEURE À 250 kWc</b>	Étude d'impact et enquête publique	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Soumis à évaluation des incidences Natura 2000 au titre de la liste nationale</li> <li>✓ Obligatoire à l'intérieur et en dehors des sites Natura 2000</li> </ul>
<b>PUISSANCE SUPÉRIEURE OU ÉGALE À 3 kWc ET INFÉRIEURE OU ÉGALE À 250 kWc QUELLE QUE SOIT LEUR HAUTEUR</b> <b>PUISSANCE INFÉRIEURE À 3 kWc ET HAUTEUR MAXIMUM AU-DESSUS DU SOL SUPÉRIEURE 1,80 M</b>	Déclaration préalable	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Soumis à évaluation des incidences Natura 2000 si figure sur la liste locale</li> <li>✓ La liste locale définit le champ d'application</li> </ul>
<b>PUISSANCE INFÉRIEURE À 3 kWc ET HAUTEUR INFÉRIEURE OU ÉGALE À 1,80 M</b>	Dispensé de formalité au titre du code de l'urbanisme (sauf secteurs particuliers)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Soumis à évaluation des incidences Natura 2000 si figure sur la liste locale et si l'installation est réalisée pour tout ou partie à l'intérieur d'un site Natura 2000 (décret à paraître)</li> </ul>
<b>DÉFRICHEMENT</b>	En fonction de la superficie concernée, les défrichements soumis à autorisation font l'objet d'une étude ou notice d'impact.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Soumis à évaluation des incidences Natura 2000 au titre de la liste nationale (si étude ou notice d'impact)</li> <li>✓ Obligatoire à l'intérieur et en dehors des sites Natura 2000</li> </ul>

## → LA PARTICIPATION ET L'INFORMATION DU PUBLIC

### Le rôle de l'étude d'impact

L'article L 110-1 du code de l'environnement pose le « principe de participation, selon lequel chacun a accès aux informations relatives à l'environnement [...] et le public est associé au processus d'élaboration des projets ayant une incidence importante sur l'environnement ou l'aménagement du territoire ».

L'évaluation environnementale ne présente pas seulement un intérêt technique. Le maître d'ouvrage peut, lors de cette démarche, engager très tôt le dialogue avec l'ensemble des acteurs concernés par l'aménagement (autorité compétente, élus, services de l'État, associations et public) afin de leur expliquer la pertinence de son

projet et leur montrer sa capacité à prendre en compte les propositions qu'ils expriment.

La concertation doit être considérée comme un outil de réussite du projet. Les échanges avec les acteurs du territoire permettent au porteur de projet de mieux cerner les enjeux et sensibilités du site, ses particularités, les attentes des riverains et usagers et de construire un projet adapté. La participation du public doit être continue tout au long de l'élaboration du projet. À chacune de ces étapes, une information de qualité, objective et vérifiable doit ainsi être transmise au public.

Dans ce cadre, l'étude d'impact est un instrument de communication et de dialogue entre les différents partenaires concernés. Il doit s'agir d'un document clair et précis, compréhensible par tous puisqu'il constitue la pièce maîtresse du dossier d'enquête publique.

## LES TEMPS FORTS DU DIALOGUE ET DE LA CONCERTATION

Les étapes	Le porteur de projet et...	Les modalités
<b>LE CADRAGE PRÉALABLE</b>	... l'autorité compétente	Le pétitionnaire peut obtenir de l'autorité compétente de lui préciser les informations qui devront figurer dans l'étude d'impact. Cette étape permet un échange d'information entre le pétitionnaire et l'autorité compétente sur la nature du projet et l'identification des enjeux environnementaux et des principaux effets possibles avant que l'étude d'impact soit engagée.
<b>L'ÉTUDE D'IMPACT</b>	... l'ensemble des acteurs concernés par l'aménagement	La participation des acteurs de l'aménagement du public peut s'exprimer à divers moments de la conception du projet, notamment au cours de l'élaboration de l'étude d'impact. Le maître d'ouvrage doit réserver un accueil favorable à toute suggestion, recommandation ou observation résultant du débat, des échanges de points de vue et d'arguments.
<b>L'AVIS DE L'AUTORITÉ ENVIRONNEMENTALE SUR L'ÉTUDE D'IMPACT</b>	... le public	L'avis de l'autorité environnementale vise en particulier à éclairer le public sur la manière dont le pétitionnaire a pris en compte les enjeux environnementaux. L'avis ou toute information relative à l'existence d'un avis tacite favorable <sup>20</sup> est joint au dossier d'enquête publique.
<b>L'ENQUÊTE PUBLIQUE</b>	... le public	L'enquête publique est une procédure de consultation du public préalable à la prise des décisions administratives (autorisations).

### L'enquête publique, un temps fort de la démocratie locale

L'enquête publique « a pour objet d'assurer l'information et la participation du public ainsi que la prise en compte des intérêts des tiers lors de l'élaboration des décisions susceptibles d'affecter l'environnement [...]. Les observations et propositions recueillies au cours de l'enquête sont prises en considération par le maître d'ouvrage et par l'autorité compétente pour prendre la décision » (article L 123-1 du code de l'environnement, modifié par l'article 236 de la loi Grenelle 2).

L'enquête publique est obligatoire au titre du code de l'environnement pour les installations de plus de 250 kWc. Une enquête publique doit également être réalisée

pour les défrichements ou au titre de la loi sur l'eau si les projets sont soumis à autorisation.

La réalisation d'enquêtes conjointes peut intervenir lorsqu'une même opération doit donner lieu à plusieurs enquêtes, dont l'une au moins, au titre de l'article L 123-2 du code de l'environnement.

Le dossier d'enquête publique contient l'étude d'impact ainsi que l'avis de l'autorité environnementale qui vise en particulier à éclairer le public sur la manière dont le pétitionnaire a pris en compte les enjeux environnementaux.

L'enquête publique est obligatoirement conduite par un commissaire-enquêteur ou par une commission d'enquête indépendante, nommés par le tribunal administratif.

### → SYNTHÈSE DES PROCÉDURES

Le tableau suivant présente les procédures dans le cas général des installations photovoltaïques au sol, c'est-à-dire hors secteurs particuliers. L'annexe à la circulaire du 18 décembre 2009 relative au développement et au contrôle des installations des installations photovoltaïques au sol présente un panorama complet de ces procédures. Le tableau suivant précise les cas particuliers des secteurs protégés. Il est également issu de l'annexe à

la circulaire du 18 décembre 2009 relative au développement et au contrôle des installations photovoltaïques au sol. Les secteurs protégés sont les espaces sauvegardés dont le périmètre est délimité, des sites classés, des réserves naturelles, des espaces ayant vocation à être classés dans le cœur d'un futur parc national dont la décision de création a été prise en application de l'article R 331-4 du code de l'environnement et de l'intérieur du cœur des parcs nationaux en application du L 331-1 de ce code.

<sup>20</sup> L'avis est tacite s'il n'a pas été rendu dans les 3 mois suivant l'accusé de réception par l'autorité environnementale.

**PROCÉDURES APPLICABLES AUX INSTALLATIONS AU SOL  
EN DEHORS DES SECTEURS SOUMIS À UNE PROTECTION PARTICULIÈRE**



Puissance crête de l'installation	Procédure
<b>SUPÉRIEURE À 250 kWc</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Permis de construire<sup>21</sup></li> <li>✓ Étude d'impact<sup>22</sup></li> <li>✓ Évaluation des incidences Natura 2000<sup>30</sup></li> <li>✓ Enquête publique<sup>23</sup></li> <li>✓ Autorisation d'exploiter si la puissance est supérieure à 4,5 MWc<sup>24</sup></li> <li>✓ Déclaration si la puissance est supérieure à 250 kWc et jusqu'à 4,5 MWc<sup>25</sup></li> </ul>
<b>SUPÉRIEURE OU ÉGALE À 3 kWc ET INFÉRIEUR OU ÉGALE À 250 kWc (QUELLE SOIT LEUR HAUTEUR)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Déclaration préalable<sup>26</sup></li> <li>✓ Réputée déclarée<sup>27</sup> au titre de l'exploitation de la production électrique</li> <li>✓ Évaluation des incidences Natura 2000 (si figure sur une liste locale)</li> </ul>
<b>INFÉRIEURE À 3 kWc ET DONT LA HAUTEUR MAXIMALE AU-DESSUS DU SOL PEUT DÉPASSER 1,80 M</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Déclaration préalable<sup>26</sup></li> <li>✓ Réputée déclarée<sup>27</sup> au titre de l'exploitation de la production électrique</li> <li>✓ Évaluation des incidences Natura 2000 (si figure sur une liste locale)</li> </ul>
<b>INFÉRIEURE À 3 kWc ET DONT LA HAUTEUR MAXIMALE AU-DESSUS DU SOL NE PEUT PAS DÉPASSER 1,80 M</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Dispensée de formalités au titre du code de l'urbanisme, sauf si implantée dans un secteur sauvegardé dont le périmètre est délimité ou dans un site classé<sup>28</sup></li> <li>✓ Réputée déclarée<sup>27</sup> au titre de l'exploitation de la production électrique</li> <li>✓ Évaluation des incidences Natura 2000 (si figure sur une liste locale)</li> </ul>

<sup>21</sup> Article R 421-1 du code de l'urbanisme.

<sup>22</sup> Alinéa 16 du II de l'article R 122-8 du code de l'environnement. L'étude d'impact remplace le document d'incidences sur l'eau si elle contient les informations demandées dans l'article R 214-32. L'étude d'impact tient lieu de dossier d'évaluation des incidences au titre de Natura 2000 si cette évaluation est exigée.

<sup>23</sup> Annexe I de l'article R 123-1 du code de l'environnement.

<sup>24</sup> Autorisation d'exploiter obtenue le cas échéant au terme d'un appel d'offres tel que prévu à l'article 8 de la loi n° 2000-108 du 10 février 2000 sur l'électricité.

<sup>25</sup> Article 6, II de la loi du 10 février 2000. Les installations d'une puissance crête supérieure à 250 kWc donnent lieu à la délivrance par le préfet d'un certificat ouvrant droit à l'obligation d'achat d'électricité (décret n° 2001-410 du 10 mai 2001).

<sup>26</sup> Article R 421-9, h du code de l'urbanisme.

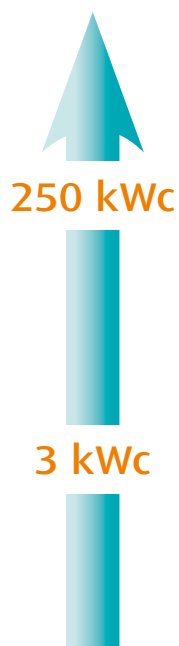
<sup>27</sup> Article 6-1 du décret n° 2000-8777 du 7 septembre 2000 relatif à l'autorisation d'exploiter les installations de production d'électricité.

<sup>28</sup> Article R 421-2, alinéa 4 du code de l'urbanisme.

<sup>29</sup> Article R 421-II, a du code de l'urbanisme.

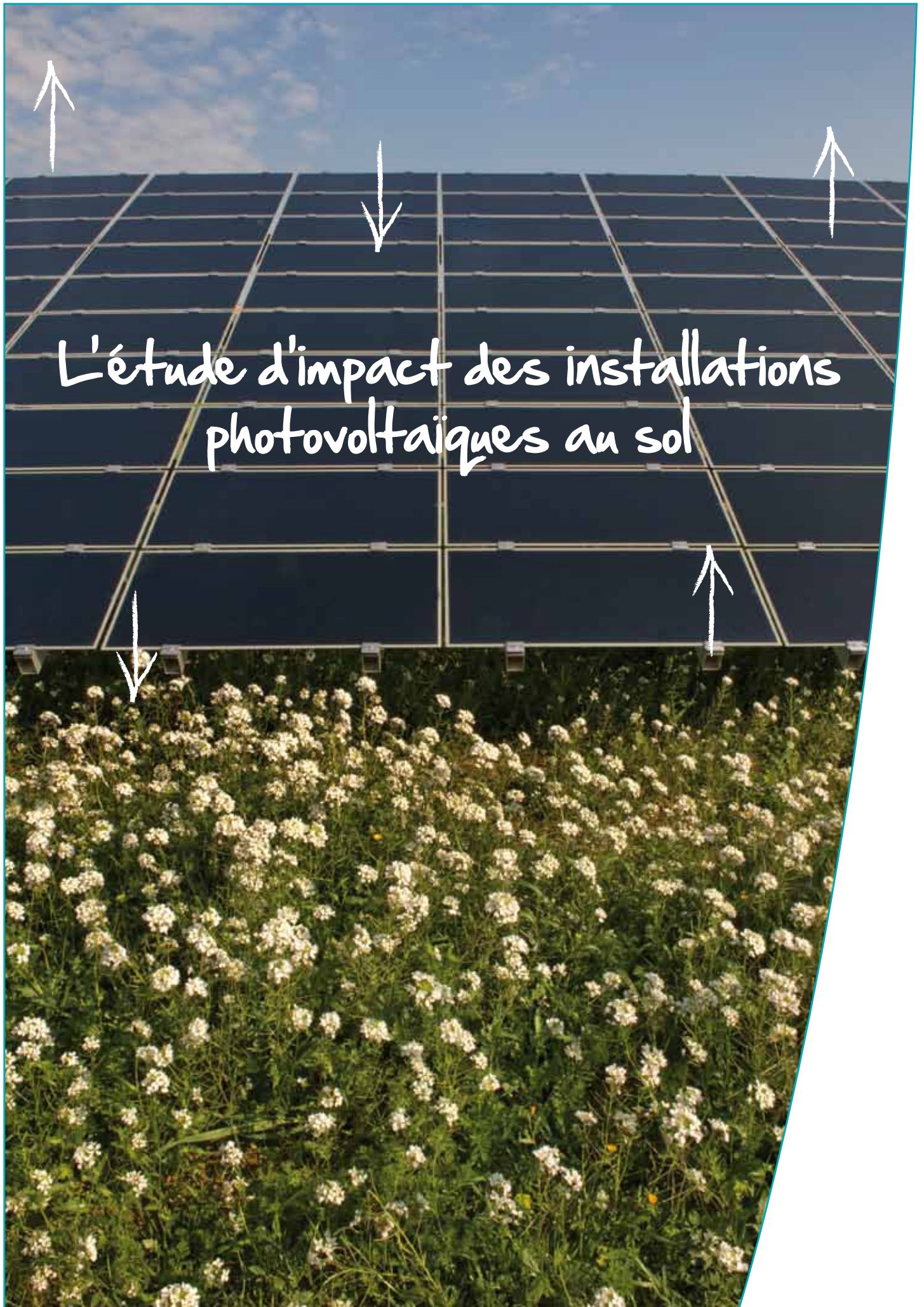
<sup>30</sup> R 414-19 du code de l'environnement.

**PROCÉDURES APPLICABLES AUX INSTALLATIONS SOLAIRES  
INSTALLÉES AU SOL ET SITUÉES DANS LES SECTEURS SOUMIS À UNE PROTECTION PARTICULIÈRE**



Puissance crête de l'installation	Procédures
SUPÉRIEURE À 3 kWc	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Permis de construire <sup>21</sup></li> <li>✓ Étude d'impact si la puissance crête est supérieure à 250 kWc <sup>22</sup></li> <li>✓ Enquête publique si la puissance crête est supérieure à 250 kWc <sup>23</sup></li> <li>✓ Autorisation d'exploiter si la puissance crête est supérieure à 4,5 MWc <sup>24</sup> ou déclaration si la puissance est supérieure à 250 kWc et jusqu'à 4,5 MWc <sup>25</sup></li> <li>✓ Évaluation des incidences Natura 2000 au titre de la liste nationale <sup>30</sup> si la puissance est supérieure à 250 kWc, selon liste locale dans les autres cas</li> </ul>
INFÉRIEURE À 3 kWc	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Déclaration préalable <sup>29</sup></li> <li>✓ Réputé déclaré <sup>27</sup> au titre de l'exploitation de la production électrique</li> <li>✓ Évaluation des incidences Natura 2000 (si figure sur une liste locale)</li> </ul>





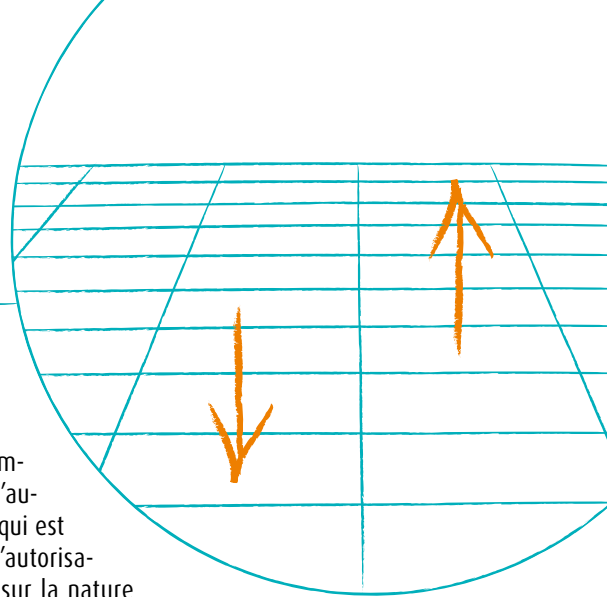
L'étude d'impact des installations photovoltaïques au sol



## Objectifs et démarche de l'étude d'impact



# OBJECTIFS DE L'ÉTUDE D'IMPACT



L'étude d'impact vise trois objectifs fondamentaux :

- améliorer la conception des projets en prévenant leurs conséquences environnementales ;
- éclairer la décision publique ;
- rendre compte auprès du public.

## → AMÉLIORER LA CONCEPTION DES PROJETS

L'étude d'impact d'un projet est réalisée par le maître d'ouvrage ou sous sa responsabilité. Elle consiste à intégrer les enjeux environnementaux tout au long de la préparation du projet et du processus décisionnel qui l'accompagne : c'est une aide à la décision. Elle propose un cadre d'analyse transversal pour les différentes expertises thématiques.

L'étude d'impact rend compte des effets prévisibles. Elle analyse et justifie les choix retenus au regard des enjeux. Elle vise ainsi à prévenir les dommages, ce qui s'avère en général moins coûteux que de gérer ceux-ci une fois survenus. L'étude d'impact doit donc être réalisée en amont et, sur certains aspects, au cours de la préparation des projets.

## → ÉCLAIRER LA DÉCISION PUBLIQUE

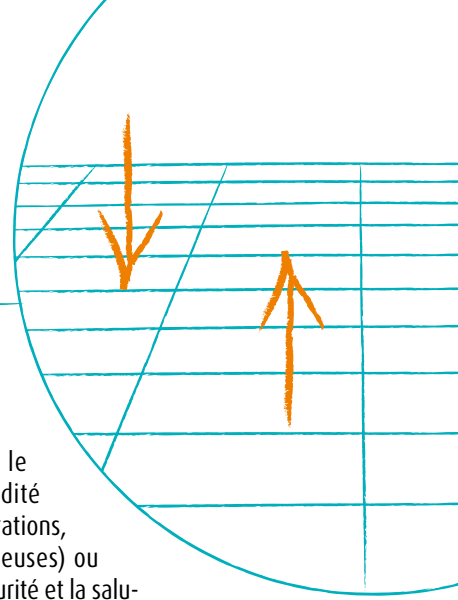
L'étude d'impact est préalable à la décision administrative d'autorisation. Elle contribue à :

- informer l'autorité compétente, c'est-à-dire l'autorité administrative qui est chargée de délivrer l'autorisation administrative, sur la nature et le contenu de la décision à prendre (autoriser ou refuser le projet) ;
- guider celle-ci pour définir les conditions dans lesquelles cette autorisation est donnée, par exemple au regard de la mise en œuvre des mesures de suppression, de réduction et de compensation des effets dommageables ;
- contrôler a posteriori le respect des engagements pris par le maître d'ouvrage, par exemple en prévoyant un suivi des conséquences du projet sur l'environnement pendant les phases de réalisation et d'exploitation.

## → RENDRE COMPTE AUPRÈS DU PUBLIC

L'étude d'impact apporte de la transparence dans les choix décisionnels. Pour le maître d'ouvrage, l'élaboration de l'étude d'impact est ainsi l'occasion d'engager le dialogue avec les partenaires institutionnels, les associations et le public. Avant de finaliser son projet, il peut ainsi expliquer sa démarche d'intégration de l'environnement, mais aussi affirmer sa capacité à prendre en compte les préoccupations de ses interlocuteurs.

# L'ÉTUDE D'IMPACT DANS LA DÉMARCHE DE PROJET



La démarche d'étude d'impact doit débiter le plus en amont possible du projet, tout en étant continue, progressive, sélective et itérative :

- la continuité doit être assurée aux différents stades du projet, ce qui signifie que la démarche d'étude doit accompagner la démarche projet ;
- la progressivité signifie que l'étude d'impact n'exige pas, dès les étapes préliminaires, d'analyser l'ensemble des données dans le moindre détail. La précision augmente au fur et à mesure des phases successives de l'étude ;
- la sélectivité s'impose face à la complexité des critères environnementaux et de leurs interactions. L'étude d'impact ne prétend pas les étudier de manière exhaustive, mais recherche plutôt les enjeux environnementaux les plus importants vis-à-vis du projet ;
- les trois notions précédentes appellent celle d'itération qui consiste à vérifier la pertinence des choix antérieurs. L'apparition d'un nouveau problème, l'approfondissement d'un aspect du projet peuvent remettre en question un choix et nécessiter une nouvelle boucle d'évaluation.

L'étude d'impact est une analyse technique et scientifique permettant d'envisager avant que le projet ne soit construit et exploité les conséquences futures positives et négatives du projet sur l'environnement.<sup>31</sup>

Les thèmes de l'environnement à évaluer sont « en particulier : la faune et la flore, les sites et paysages, le sol, l'eau, l'air, le climat, les milieux naturels et les équilibres biologiques, la protection des biens et du

patrimoine culturel et, le cas échéant, la commodité du voisinage (bruits, vibrations, odeurs, émissions lumineuses) ou l'hygiène, la santé, la sécurité et la salubrité publique » (extrait de l'article R 123-3 du code de l'environnement).

Dans un premier temps, l'analyse consiste à comparer des partis d'aménagement (sites, technologies). Par la suite, les conséquences sur l'environnement du projet retenu sont analysées en détail, pour s'assurer que celui-ci est globalement acceptable pour l'environnement.

L'étude d'impact ne se limite pas aux seuls effets directs attribuables aux travaux et aménagements projetés. Les effets indirects sont aussi évalués. Les premiers traduisent les conséquences immédiates du projet, dans l'espace et dans le temps, et affectent son environnement proche. Les seconds découlent d'un effet direct. Ils peuvent concerner des territoires éloignés du projet ou apparaître dans un délai plus ou moins long. Cependant, leurs conséquences peuvent être aussi importantes que celles des effets directs.

Les effets temporaires sont limités dans le temps : ils disparaissent immédiatement après cessation de la cause, ou bien leur intensité s'atténue progressivement jusqu'à leur disparition.

Enfin, l'étude d'impact doit aussi identifier et analyser les effets cumulés résultant de l'interaction de plusieurs effets directs et indirects issus d'un ou de plusieurs projets. Lorsque la démarche de l'étude d'impact accompagne la

## LES DIFFÉRENTS TYPES D'EFFETS

- Les effets temporaires sont des effets réversibles liés aux travaux ou à la phase de démarrage de l'activité.
- Les effets permanents sont dus à la phase de fonctionnement normale des installations ou sont liés aux conséquences des travaux.
- Les effets directs sont attribuables aux aménagements projetés et à leur fonctionnement, contrairement aux effets indirects qui résultent d'interventions induites par la réalisation des aménagements.
- Les effets cumulatifs ou cumulés résultent de l'interaction de plusieurs effets directs et indirects provoqués par un ou plusieurs autres projets (de même nature ou non).

<sup>31</sup> Pour davantage de précisions sur les études d'impact, consulter le document MATE, *L'étude d'impact sur l'environnement : objectifs, cadre réglementaire et conduite de l'évaluation*, 2001. Disponible sur [www.developpement-durable.gouv.fr/-Energie-et-Climat,123-.html](http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Energie-et-Climat,123-.html)



démarche de projet, il est possible de procéder à des ajustements du projet vers celui de moindre impact. Lorsqu'un impact dommageable ne peut être totalement supprimé par la conception du projet, le maître d'ouvrage doit mettre en œuvre des mesures réductrices et, à défaut,

des mesures compensatoires. Le maître d'ouvrage sera jugé sur ses capacités à concevoir et à mettre en œuvre des mesures réalistes et faisables au plan technique, qui permettent d'aboutir à un projet dont les effets sont globalement neutres sur l'environnement.

---

### LES DIFFÉRENTS TYPES DE MESURES

- Les mesures de suppression permettent d'éviter l'impact dès la conception du projet. Elles sont à privilégier, tout particulièrement lorsque qu'un site à enjeu environnemental majeur ou fort est concerné.
- Les mesures de réduction ont pour objet de réduire un impact et sont mises en œuvre si les mesures de suppression sont compromises d'un point de vue technique ou économique.
- Les mesures de compensation visent à conserver globalement la valeur initiale des milieux, s'il subsiste un impact résiduel notable dommageable. Elles ne doivent être envisagées qu'en dernier recours.

---

L'étude d'impact accompagne le projet dans sa conception. Elle peut être préparée en amont par un pré-diagnostic environnemental et par le cadrage préalable en relation avec l'autorité environnementale. L'évaluation ne s'arrête pas à la conception du projet. En effet, des outils d'évaluation environnementale peuvent

être utilisés en fonction des enjeux : pendant la construction des installations (plan de gestion environnemental), pendant leur exploitation (suivi environnemental) et au moment de la cessation ou du renouvellement de l'activité (bilan environnemental).

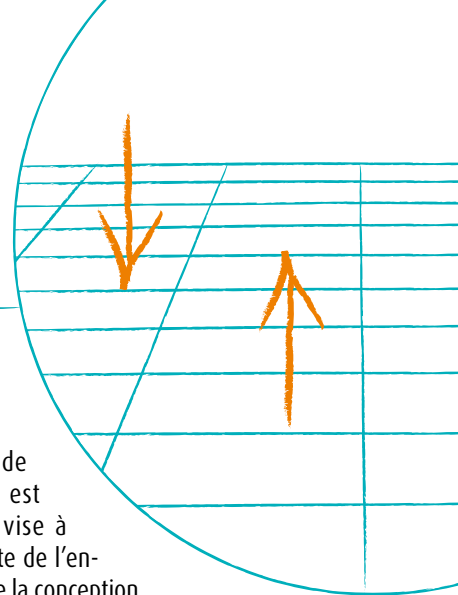
APPORTS DE L'ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE ET PLACE DE L'ÉTUDE D'IMPACT DANS LA DÉMARCHE DE PROJET

Étape projet	Évaluation environnementale	Dialogue avec...	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Cahier des charges du projet</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Puissance produite, territoire de prospection</li> </ul> </li> </ul>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Recherches de zones favorables</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Production, raccordement électrique, environnement</li> </ul> </li> <li>✓ <b>Sélection de sites</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Pré-diagnostic environnemental</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualification et hiérarchisation des enjeux environnementaux</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Les services de l'État et des collectivités</li> <li>✓ Les organismes publics et privés</li> <li>✓ Les associations</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Étude de faisabilité</b></li> <li>✓ <b>Planning général du projet</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calendrier du projet</li> <li>• Définition des études spécialisées et des expertises</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Cadrage préalable</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Validation des enjeux environnementaux</li> <li>• Cahier des charges de l'étude d'impact</li> <li>• Définition des études spécialisées et expertises à mener</li> <li>• Définition des aires d'étude</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ L'autorité environnementale (DREAL)</li> </ul>	Périmètre réglementaire de l'étude d'impact
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Avant-projet sommaire</b> (sur un ou plusieurs sites)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Démarche d'étude d'impact</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse de l'état initial du site (intégrant les résultats des études spécialisées)</li> <li>• Comparaison des solutions envisagées</li> <li>• Analyse des effets du projet</li> <li>• Mesures de suppression, de réduction et de compensation</li> </ul> </li> <li>✓ <b>Élaboration du dossier d'étude d'impact</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Les services de l'État et des collectivités</li> <li>✓ Les organismes publics et privés</li> <li>✓ les associations</li> <li>✓ Le public</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Avant-projet détaillé</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Choix des technologies de production</li> <li>• Choix du raccordement électrique</li> </ul> </li> </ul>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Demandes d'autorisation</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Avis de l'autorité environnementale</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Les services de l'État</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Enquête publique</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Enquête publique</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Le public (consultation)</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Construction</b> de l'installation photovoltaïque</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Plan de gestion environnemental du chantier</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Les services de l'État</li> <li>✓ Le public (information)</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Exploitation</b> de l'installation photovoltaïque</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Suivi et bilan environnemental</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Les services de l'État</li> <li>✓ Le public (information)</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Cessation ou renouvellement de l'activité</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Bilan environnemental de l'opération</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Les services de l'État</li> <li>✓ Le public (information)</li> </ul>	



Prise en compte  
de l'environnement  
en amont du projet

# OBJECTIFS DU PRÉ-DIAGNOSTIC ENVIRONNEMENTAL



Dans la recherche de sites favorables à l'implantation d'installations photovoltaïques au sol, le maître d'ouvrage doit considérer les enjeux environnementaux (biodiversité, qualité des milieux, paysages, ressources naturelles, risques, patrimoine) au même titre que les paramètres technico-économiques.

La circulaire du 18 décembre 2009 relative au développement et au contrôle des installations photovoltaïques au sol précise en effet que « le développement de ce type d'installations doit prendre en compte la protection des espaces agricoles et forestiers existants ainsi que la préservation des milieux naturels et des paysages ».

Le pré-diagnostic environnemental intervient lors de la recherche de sites potentiels et les premières esquisses techniques du projet. Il consiste à repérer les enjeux environnementaux sur un territoire afin d'affiner le choix du site de projet. Cette étape ne relève pas de

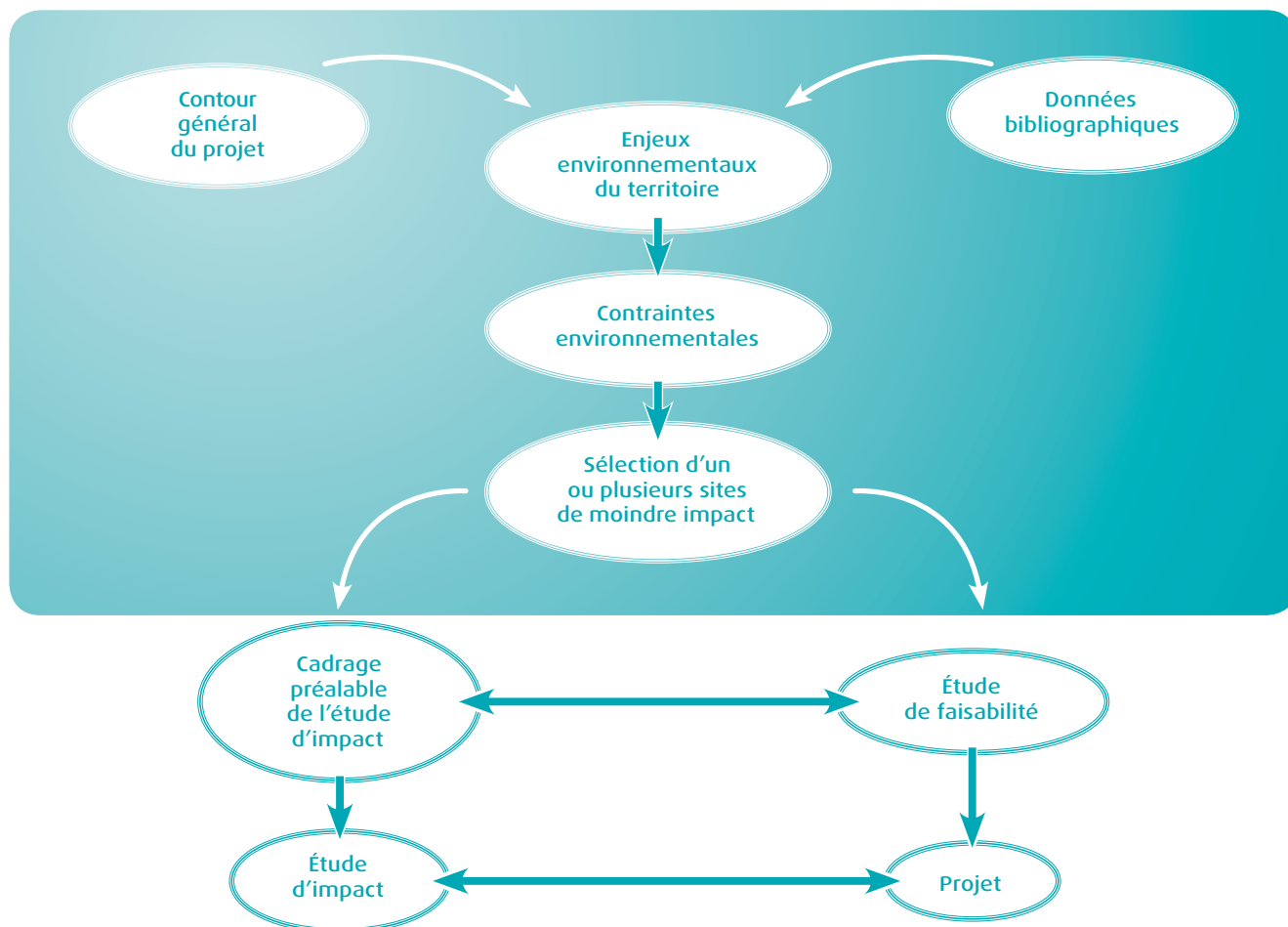
l'étude d'impact, mais de la démarche projet. Elle est recommandée car elle vise à assurer la prise en compte de l'environnement en amont de la conception du projet.

Pour réaliser le pré-diagnostic, il convient de répondre aux questions suivantes :

- quels sont les enjeux environnementaux que doit considérer le projet ;
- quels seront les données nécessaires pour caractériser les enjeux.

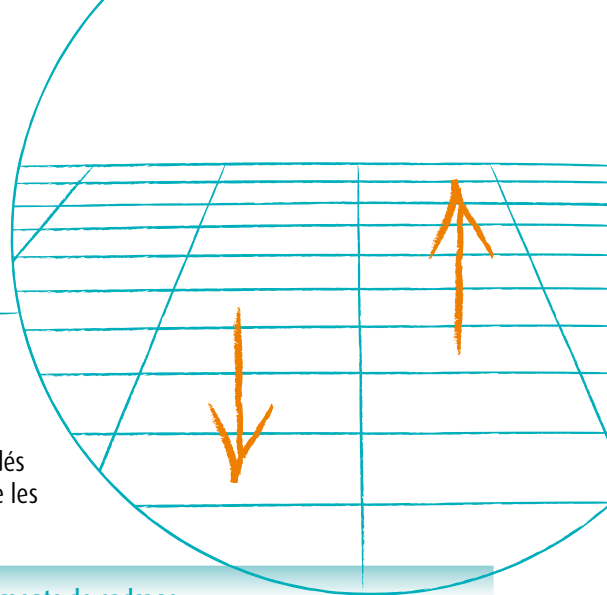
Par la suite, le cadrage préalable intervient une fois le site sélectionné, pour déterminer avec précision le contenu de l'étude d'impact à réaliser, en particulier les expertises spécifiques à mener et les aires d'étude à considérer.

## PRINCIPES DU PRÉ-DIAGNOSTIC ENVIRONNEMENTAL





# ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX EN AMONT DU PROJET



Afin de choisir le ou les sites favorables, les choix du maître d'ouvrage doivent être guidés par la prise en compte des enjeux environnementaux. Le tableau ci-dessous indique les principaux critères à considérer.

Enjeux	Critères à considérer	Éléments de cadrage
<b>PRÉSERVER LA BIODIVERSITÉ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Éviter les sites protégés (APPB, réserve naturelle, site classé, site Natura 2000)</li> <li>✓ Éviter les sites faisant l'objet d'inventaires (ZNIEFF, ZICO)</li> </ul>	« Le développement [des installations photovoltaïques au sol] doit prendre en compte la protection des espaces agricoles et forestiers existants ainsi que la préservation des milieux naturels et des paysages » (circulaire du 18 décembre 2009)
<b>ÉCONOMISER L'ESPACE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Rechercher prioritairement des sites dégradés (friches industrielles, anciennes carrières et décharges...)</li> <li>✓ Utiliser des sites à faibles potentialités au regard de la valeur agronomique des sols, de la faune et de la flore</li> <li>✓ Favoriser le développement d'activités complémentaires (regroupement avec d'autres énergies renouvelables, comme l'éolien) ou annexes (entretien par pâturage du site, voire production agricole)</li> </ul>	« Une attention particulière [doit être portée] à la protection des espaces agricoles et forestiers existants ainsi qu'à la préservation des milieux naturels et des paysages » (circulaire du 18 décembre 2009)
<b>ASSURER L'UTILISATION DURABLE DES SOLS NOTAMMENT POUR L'AGRICULTURE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ne pas utiliser de parcelles agricoles en cours d'exploitation</li> </ul>	« Les projets de centrales au sol n'ont pas vocation à être installés en zones agricoles notamment cultivées ou utilisées pour des troupeaux d'élevage. [...] Toutefois l'accueil d'installations solaires au sol peut être envisagé sur des terrains qui, bien que situés en zone classée agricole, n'ont pas fait l'objet d'un usage agricole dans une période récente » (circulaire du 18 décembre 2009)
<b>MAÎTRISER LES RISQUES NATURELS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Éviter les zones soumises à un risque naturel, en particulier les zones d'aléas où la faisabilité des projets peut être remise en cause</li> </ul>	
<b>PROTÉGER LES PAYSAGES ET AMÉLIORER LE CADRE DE VIE QUOTIDIEN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Éviter les paysages institutionnalisés<sup>32</sup></li> <li>✓ Anticiper l'intégration des installations et la recherche d'une qualité esthétique et architecturale des installations</li> <li>✓ Veiller à éviter le mitage du territoire par l'éparpillement des installations</li> </ul>	« analyse approfondie du choix de localisation du projet au regard notamment des enjeux paysagers » « prévoir une consultation de la commission départementale de la nature, des paysages et des sites » (circulaire du 18 décembre 2009)

<sup>32</sup> Paysages dont la valeur a été sanctionnée par un acte administratif.

# DONNÉES À RECUEILLIR

Au stade du pré-diagnostic environnemental, il s'agit de réunir les données nécessaires et suffisantes pour sélectionner des zones présentant un minimum de contraintes environnementales. Le champ d'investigation couvrira le territoire de prospection des sites d'implantation potentiels.

Les données sont essentiellement issues des bases de données existantes (bases en ligne, documents de planification, études générales). Elles peuvent être obtenues le plus souvent auprès des services de l'État et des collectivités, d'organismes publics et privés.

## → LES ÉLÉMENTS DE CONNAISSANCE DE NIVEAU NATIONAL OU RÉGIONAL

### Les plans et programmes

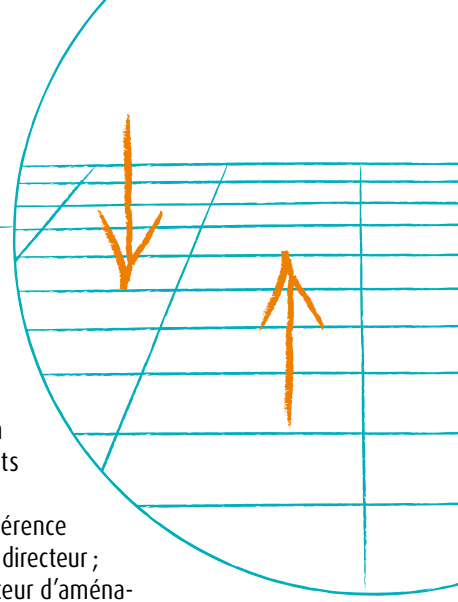
Les plans, programmes ou schémas régionaux fournissent des indications précieuses sur les attentes des autorités et des collectivités locales et les travaux envisagés avec lesquels le projet proposé est susceptible d'avoir des impacts cumulatifs, les politiques et orientations régionales et infrarégionales en matière de protection, de restauration de la qualité de l'environnement, d'énergie et de climat. Les documents de niveau national suivants pourront être consultés : directives territoriales d'aménagements (DTA ou DTADD), schéma de services collectifs des transports, schéma de services collectifs des espaces naturels et ruraux.

Au niveau régional, des informations utiles pourront être obtenues en consultant les documents suivants :

- SCoT (schéma de cohérence territoriale) ou schéma directeur ;
- Sdage (schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux) ;
- Sage (schémas d'aménagement et de gestion des eaux) ;
- plans de prévention des risques ;
- profils environnementaux régionaux ;
- plans régionaux d'agriculture durable (PRAD) ;
- schémas régionaux de cohérence écologique (SRCE, créés par la loi n° 2010-78) ;
- plans climat énergie territoriaux (PCET, créés par la loi n° 2010-78) ;
- schémas régionaux du climat, de l'air et de l'énergie (SRCAE, créés par la loi n° 2010-78) ;
- schémas d'aménagement régionaux (SAR) dans les DOM ;
- plan d'aménagement et de développement durable de la Corse (PADDUC).

### Les données locales

Pour affiner la connaissance des enjeux environnementaux, il conviendra de recueillir des données générales sur le milieu physique, la faune, la flore, les sites et paysages, les activités humaines. Les données présentées dans les tableaux suivants sont utiles pour le diagnostic préalable mais également pour l'étude d'impact.



## MILIEU PHYSIQUE

Thèmes	Données recherchées	Document	Contact
<b>CLIMAT MÉTÉOROLOGIE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Caractéristiques générales du climat de la zone (pluie, vent, gel, ensoleillement...)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Météo-France</li> </ul>
<b>GÉOLOGIE GÉOMORPHOLOGIE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Nature des terrains traversés, conditions géotechniques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cartes topographiques au 1/25 000</li> <li>✓ Carte géologique de la France au 1/50 000</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Institut géographique national (IGN)</li> <li>✓ Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM)</li> </ul>
<b>HYDROGÉOLOGIE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Masses d'eau et ressources aquifères utilisées pour l'approvisionnement en eau potable</li> <li>✓ Vulnérabilité de la ressource et périmètres de protection</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ État des lieux DCE (directive-cadre sur l'eau)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Agences de l'eau, agences régionales de santé (ARS)</li> </ul>
<b>HYDROLOGIE ET HYDRAULIQUE DE SURFACE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Réseaux hydrographiques du bassin versant concerné et caractéristiques des débits (étiage, débit moyen, crue)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ État des lieux DCE (directive-cadre sur l'eau)</li> </ul>	
<b>RISQUES NATURELS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Inondations</li> <li>✓ Éboulements, séismes</li> <li>✓ Incendies de forêt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Plan de prévention des risques (PPR), programme d'action et de prévention des inondations (PAPI)</li> <li>✓ Dossier départemental sur les risques majeurs (DDRM)</li> <li>✓ Document d'information communal sur les risques majeurs (DICRIM), dossier communal synthétique (DCS)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Direction départementale des territoires et de la mer (DDTM), préfecture, commune</li> </ul>
<b>RISQUES TECHNOLOGIQUES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Proximité d'ICPE (y compris celles qui relèvent de la directive Seveso 2)</li> <li>✓ Sols pollués</li> <li>✓ Historique du site</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Base de données des installations classées</li> <li>✓ Bases de données sur les sites et sols pollués ou potentiellement pollués (BASOL) ou sur les anciens sites industriels (BASIAS)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Bases de données publiques</li> <li>✓ DREAL</li> <li>✓ Commune</li> <li>✓ Archives départementales</li> </ul>

**FAUNE, FLORE ET BIODIVERSITÉ**

Thèmes	Données recherchées et document correspondant	Contact
<b>PÉRIMÈTRES D'INVENTAIRE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Zone naturelle d'intérêt écologique faunistique et floristique (ZNIEFF)</li> <li>✓ Zone importante pour la conservation des oiseaux (ZICO)</li> <li>✓ Zone humide d'importance internationale (Ramsar)</li> <li>✓ Réserve de biosphère</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ DREAL</li> </ul>
<b>PÉRIMÈTRES DE GESTION CONCERTÉE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Parc naturel régional (PNR)</li> <li>✓ Réserves naturelles régionales (RNR) ou nationales (RNN)</li> <li>✓ Réserve biologique</li> <li>✓ Site du réseau Natura 2000 : proposition de site d'intérêt communautaire (pSIC), site d'intérêt communautaire (SIC), zone spéciale de conservation (ZSC) ou zone de protection spéciale (ZPS)</li> <li>✓ Réserve de chasse et de faune sauvage</li> <li>✓ Réserve de pêche</li> <li>✓ Aire spécialement protégée d'intérêt méditerranéen (ASPIM)</li> <li>✓ Espace naturel sensible (ENS)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ DREAL</li> <li>✓ Direction régionale de l'agriculture, de l'alimentation et de la forêt (DRAAF)</li> <li>✓ Conseil général</li> </ul>
<b>PÉRIMÈTRES DE PROTECTION</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Parc national</li> <li>✓ Arrêté préfectoral de protection de biotope (APPB)</li> <li>✓ Forêt de protection</li> <li>✓ Espace boisé classé (EBC)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ DREAL, DRAAF et DDTM</li> </ul>
<b>FAUNE ET FLORE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Inventaires disponibles (avifaune, chiroptères, autres)</li> <li>✓ Études locales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ DREAL</li> <li>✓ Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN)</li> <li>✓ Associations naturalistes</li> </ul>



Lézard





Site classé

**SITES ET PAYSAGES**

Thèmes	Données recherchées	Document	Contact
<b>PAYSAGES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Unités paysagères</li> <li>✓ Caractéristiques du grand paysage (unités paysagères et points de vue remarquables)</li> <li>✓ Analyses paysagères</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Atlas de paysages départemental ou document assimilé</li> <li>✓ Directive de protection et de mise en valeur des paysages</li> <li>✓ Chartes de parcs naturels régionaux</li> <li>✓ Volet paysager des documents de planification (SCOT, PLU) inclus dans les diagnostics du rapport de présentation et du PADD</li> <li>✓ Volet énergies renouvelables des SRCAE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ DREAL</li> <li>✓ PNR</li> <li>✓ Commune, DDTM</li> </ul>
<b>SITES REMARQUABLES ET PROTÉGÉS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Sites classés et inscrits, périmètres</li> <li>✓ Sites du conservatoire du littoral</li> <li>✓ Sites archéologiques et potentialités du sous-sol</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Liste des sites classés et inscrits</li> <li>✓ Inventaires</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ DREAL</li> <li>✓ Conservatoire du littoral</li> <li>✓ Direction régionale des affaires culturelles (DRAC)</li> </ul>
<b>MONUMENTS ET PATRIMOINE HISTORIQUE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Monuments historiques</li> <li>✓ Secteurs sauvegardés, zones de protection du patrimoine architectural, urbain et paysager (ZPPAUP)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Recensement du patrimoine bâti inscrit ou classé</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Base Mérimée DRAC</li> <li>✓ Service départemental de l'architecture et du patrimoine (SDAP)</li> </ul>

ACTIVITÉS HUMAINES ET CADRE DE VIE

Thèmes	Données recherchées	Document	Contact
<b>UTILISATION DES SOLS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Caractéristiques de l'utilisation des sols : zones agricoles, zones urbanisées et zones naturelles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ POS/PLU, cartes communales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Commune, DDTM</li> </ul>
<b>AGRICULTURE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Caractéristiques agricoles : type de culture, statut</li> <li>✓ Zones agricoles protégées (ZAP)</li> <li>✓ Périmètres de protection et de mise en valeur des espaces agricoles et naturels périurbains (PAEN)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Recensement agricole général</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ DDTM, conseil général et chambres d'agriculture, Société d'aménagement foncier et d'établissement rural (SAFER)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Zones d'appellation d'origine contrôlée (AOC)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Aire géographique (liste des communes)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ INAO</li> </ul>
<b>URBANISME</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Urbanisation, habitats, activités et déplacements</li> <li>✓ Identification des projets publics et privés, emplacements réservés</li> <li>✓ Servitudes d'utilité publique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ SCOT, POS/PLU, cartes communales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Collectivité territoriale, commune</li> </ul>
<b>INFRASTRUCTURES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Trame viaire <sup>33</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cartographie du réseau routier et données sur le trafic routier</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Conseil général</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Grands réseaux (AEP, électricité, gaz)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Plan des réseaux (antennes principales)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Concessionnaires (syndicats de distribution d'eau, ERDF, RTE, GDF-Suez)</li> </ul>
<b>USAGES RÉCRÉATIFS ET TOURISME</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Recensement des activités de tourisme, loisirs et sportives (chasse, pêche, écotourisme)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Études programmatiques et de fréquentation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Direction régionale et départementale du tourisme</li> <li>✓ Fédération sportive et de loisirs</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Schémas départementaux d'itinéraires de grande randonnée</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Conseil général</li> </ul>
<b>CADRE DE VIE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ambiance sonore</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cartes de bruit urbain</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Commune</li> <li>✓ DDTM service routes</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Qualité de l'air</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Carte des pollutions, évolution de principaux polluants atmosphériques</li> </ul>	

<sup>33</sup> La trame viaire est l'ensemble des voies de circulation.

## → LES ORGANISMES À CONSULTER

Le maître d'ouvrage associera à sa recherche documentaire une consultation des principaux organismes compétents en matière d'environnement. Cette consultation initie un dialogue qui facilitera par la suite le déroulement du projet.

Les ministères apporteront des informations précieuses au niveau national (guides, circulaires, instructions) et les services administratifs et techniques préfectoraux seront compétents pour les projets d'envergure régionale, départementale ou locale. Enfin, les associations (protection de la nature, de l'environnement et du paysage) constituent également une source importante d'informations.

<p><b>AU NIVEAU RÉGIONAL</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Direction régionale de l'agriculture et de la forêt (DRAAF)</li> <li>✓ Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL)</li> <li>✓ Direction régionale des affaires culturelles (DRAC)</li> <li>✓ Agence régionale de santé (ARS)</li> </ul>
<p><b>AU NIVEAU DÉPARTEMENTAL</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Direction départementale des territoires et de la mer (DDTM)</li> <li>✓ Direction départementale des services vétérinaires (DSV)</li> <li>✓ Préfecture</li> <li>✓ Service de navigation</li> <li>✓ Service départemental de l'architecture et du patrimoine (SDAP)</li> <li>✓ conseil d'architecture, d'urbanisme et d'environnement (CAUE)</li> </ul>
<p><b>ÉTABLISSEMENTS PUBLICS, ASSOCIATIONS ET ORGANISMES DIVERS</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe)</li> <li>✓ Agence de l'eau</li> <li>✓ Associations de protection de la nature et de l'environnement</li> <li>✓ Associations d'éducation et d'initiation à l'environnement</li> <li>✓ Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM)</li> <li>✓ Chambres consulaires et organismes socioprofessionnels</li> <li>✓ Conservatoire du littoral</li> <li>✓ Météo-France</li> <li>✓ Observatoire du littoral</li> <li>✓ Office national de l'eau et des milieux aquatiques (ONEMA)</li> <li>✓ Office national de la chasse et de la faune sauvage (ONCFS)</li> <li>✓ Office national des forêts (ONF) et service de l'inventaire forestier (IFN)</li> <li>✓ Organismes de recherches, universités, CNRS, Inra, Cemagref...</li> <li>✓ Les espaces info-énergie (EIE)</li> </ul>

## → LE TRAITEMENT DES INFORMATIONS RECUEILLIES

La nature et la diversité des informations recueillies nécessitent de les traiter sous une forme synthétique, pour faciliter la prise de décision par le maître d'ouvrage. Les données recueillies lors du pré-diagnostic pourront être présentées sur une cartographie. Sur le périmètre qui a été prospecté pour rechercher de potentiels sites d'implantation, un zonage des différentes contraintes

de l'environnement sera présenté. Il devra permettre de repérer les zones les plus sensibles du territoire, ainsi que celles où l'implantation d'installations photovoltaïques au sol sera fortement contrainte.

Par la suite, dans le cadre de l'étude d'impact, il sera utile de présenter la démarche qui a conduit à intégrer l'environnement dans le choix du ou des sites étudiés. Les cartes de synthèse élaborées lors du pré-diagnostic environnemental pourront utilement être reproduites avec un texte explicatif de la démarche.



## La préparation de l'étude d'impact



# LE CADRAGE PRÉALABLE

## → RÉALISATION DU CADRAGE PRÉALABLE

Le cadrage préalable est une possibilité offerte par la législation. Il est défini par l'article L 122-1-2 du code de l'environnement : « Si le maître d'ouvrage le requiert avant de présenter une demande d'autorisation, l'autorité compétente pour prendre la décision rend un avis sur le degré de précision des informations que doit contenir l'étude d'impact. Cet avis, dont le contenu est défini par décret en Conseil d'État<sup>34</sup>, indique ainsi notamment le degré de précision des informations que doit contenir l'étude d'impact ainsi que les zonages, schémas et inventaires relatifs au lieu du projet. L'autorité compétente pour prendre la décision consulte l'autorité administrative d'État compétente en matière d'environnement »<sup>35</sup>.

Le but du cadrage préalable n'est pas de déterminer la nécessité ou non d'une étude d'impact, qui relève de la réglementation, mais de préciser le contenu de l'étude d'impact et, le cas échéant, des études spécialisées qui devront être menées par le maître d'ouvrage ou sous sa responsabilité. Il présente plusieurs intérêts pour le maître d'ouvrage :

- il facilite le repérage précoce d'éventuelles difficultés et donc l'adaptation du projet afin d'y remédier ;
- il constitue la garantie de la bonne affectation des moyens d'étude (notamment le budget de l'étude d'impact) en permettant de concentrer les ressources sur les questions essentielles ;
- il permet d'élaborer un cahier des charges pertinent et précis de l'étude d'impact et donc de faciliter la consultation de bureaux d'études spécialisés auxquels des expertises pourront être demandées ;
- il limite les risques de voir la procédure prolongée ou la décision contestée devant les tribunaux pour insuffisance de l'étude d'impact.

Le maître d'ouvrage choisit le moment opportun pour réaliser ce cadrage préalable. Il est généralement pertinent de le réaliser une fois les enjeux environnementaux du territoire mis en évidence et suite à la sélection d'une zone ou d'un ou plusieurs sites d'implantation.

Pour rendre constructive la consultation de l'autorité compétente à l'occasion du cadrage préalable, le maître d'ouvrage peut fournir un dossier<sup>36</sup> exposant les grandes lignes du projet et de son implantation territoriale, les principaux enjeux environnementaux et les principaux effets possibles. Ce dossier permettra de déterminer les

points clés que l'étude d'impact devra particulièrement approfondir.

La DREAL pourra à cette occasion porter à connaissance du maître d'ouvrage les autres projets connus sur la zone d'étude afin de préparer l'évaluation des effets cumulés.

Pour préparer le cadrage préalable, le maître d'ouvrage peut s'appuyer sur le guide du cadrage préalable du ministère du Développement durable<sup>37</sup> et, si nécessaire, faire appel à un consultant.

Il est important de noter que le cadrage préalable n'engage pas l'administration : l'article L 122-1-2 prévoit en effet que « les précisions apportées par l'autorité compétente [lors du cadrage préalable] n'empêchent pas celle-ci de faire compléter le dossier de demande d'autorisation ou d'approbation et ne préjugent pas de la décision qui sera prise à l'issue de la procédure d'instruction ».

## → DÉFINITION DES AIRES D'ÉTUDES

Les aires d'études sont un élément important à considérer dans l'étude d'impact, car elles délimitent le champ d'investigation spatial où seront réalisés des recherches documentaires, des inventaires de terrain, des mesures, des prélèvements, des enquêtes auprès de la population. Elles sont généralement définies lors du cadrage préalable. Elles ne se limitent pas à la stricte emprise des terrains sur lesquels les panneaux seront installés, puisque les effets fonctionnels peuvent s'étendre bien au-delà (effets sur le paysage, dérangement de la faune, etc.). Les aires d'étude sont établies selon des critères différents selon les composantes de l'environnement, mais aussi en fonction de la nature des projets et de leurs effets potentiels. Il sera ainsi nécessaire de considérer :

- l'emprise des installations photovoltaïques au sol ;
- les emprises supplémentaires lors des phases de travaux (construction ou démantèlement) et nécessaires au transport des matériaux ;
- les emprises nécessaires au raccordement des installations photovoltaïques au réseau électrique qui peuvent atteindre, dans certains cas, plusieurs kilomètres de long.

<sup>34</sup> Décret à paraître.

<sup>35</sup> Les textes ne fixent pas de délai de réponse à une consultation au titre du cadrage préalable.

<sup>36</sup> Il n'est pas nécessaire d'avoir un projet détaillé pour entreprendre un cadrage préalable.

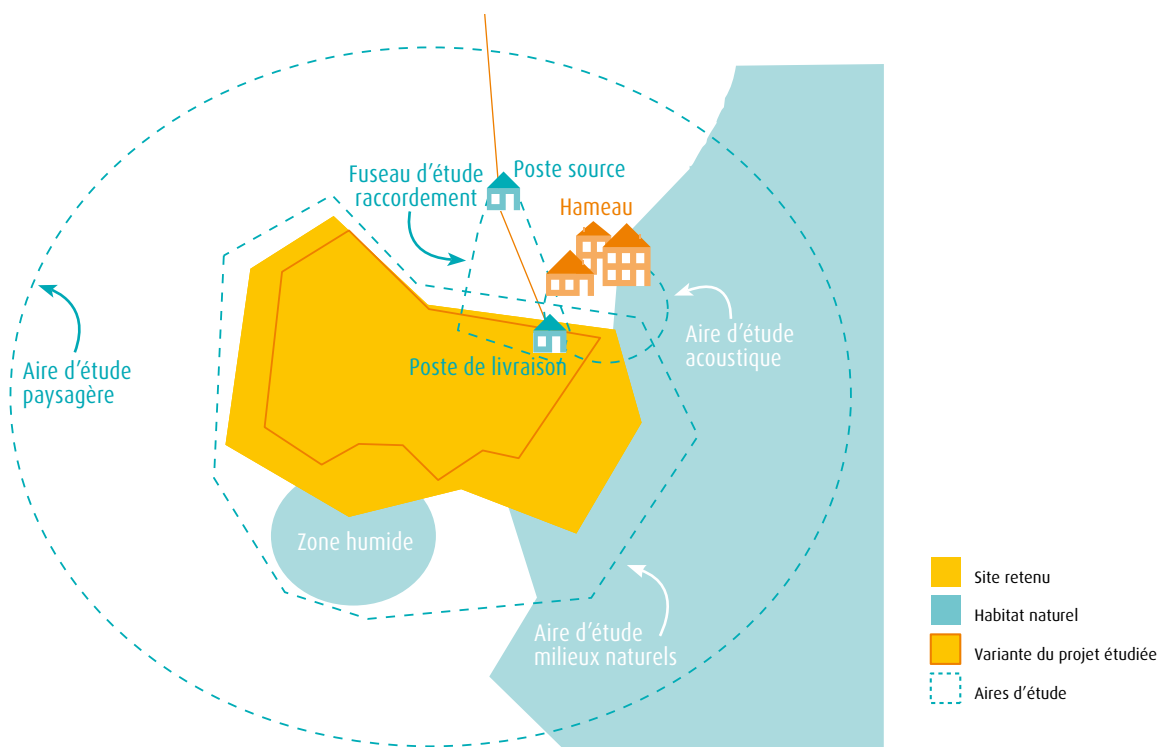
<sup>37</sup> Ministère de l'Écologie et du Développement durable, *Le cadrage préalable de l'étude d'impact sur l'environnement*, 2004. Disponible sur [www.developpement-durable.gouv.fr/-energie-et-climat,123-.html](http://www.developpement-durable.gouv.fr/-energie-et-climat,123-.html)



**AIRES D'ÉTUDE À CONSIDÉRER EN FONCTION DES THÈMES DE L'ENVIRONNEMENT**

Thèmes	Échelle de l'aire d'étude à considérer
RELIEF ET HYDROGRAPHIE	L'unité géomorphologique ou le bassin versant hydrographique
PAYSAGE	L'unité ou les unités paysagères <sup>38</sup>
FAUNE ET FLORE	Les unités biogéographiques et les relations fonctionnelles entre les unités concernées (zones d'alimentation, haltes migratoires, zone de reproduction) et les continuités écologiques
ACTIVITÉS AGRICOLES	Les unités agro-paysagères <sup>39</sup>
URBANISME	L'étendue du document d'urbanisme en vigueur (ScoT, PLU, carte communale)
ACTIVITÉS SOCIO-ÉCONOMIQUES	Le bassin d'emploi

**REPRÉSENTATION SCHEMATIQUE DES AIRES D'ÉTUDE**

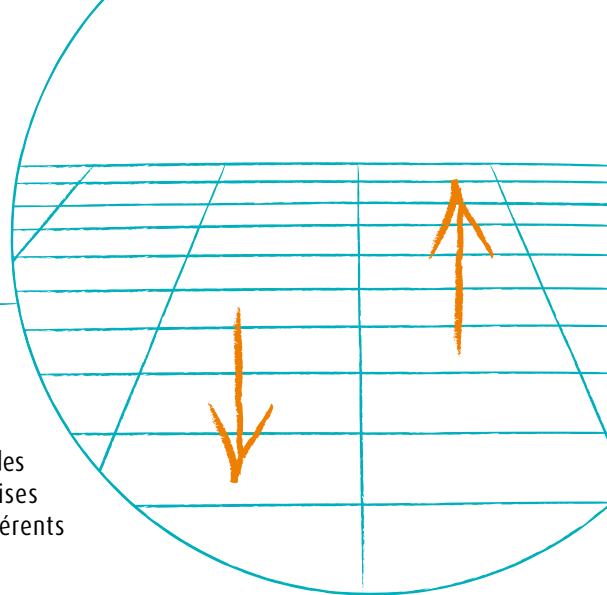


Source : Biotope

**38** Les unités paysagères sont définies comme les paysages portés par des entités spatiales dont l'ensemble des caractères de relief d'hydrographie, d'occupation des sols, de formes d'habitat et de végétation présentent une homogénéité d'aspect. Elles se distinguent des unités voisines par une différence de présence d'organisation ou de forme de ces caractères.

**39** Les unités agro-paysagères caractérisent les particularités structurelles et fonctionnelles du territoire agricole sur la base du système cultural, du relief et des éléments paysagers induits par l'agriculture.

# LES ÉTUDES SPÉCIALISÉES ET LES EXPERTISES



L'autorité compétente peut aider le maître d'ouvrage à établir le cahier des charges des études spécialisées ou des expertises qui doivent, lorsque plusieurs sites sont repérés, orienter le choix définitif et par la suite permettre d'évaluer plus finement le projet retenu.

Le maître d'ouvrage doit rapidement considérer les moyens d'études à engager pour réaliser les expertises, qu'ils soient techniques (recours à des experts, modélisation numérique, utilisation d'un SIG) ou financiers. Il peut faire appel à des prestataires.

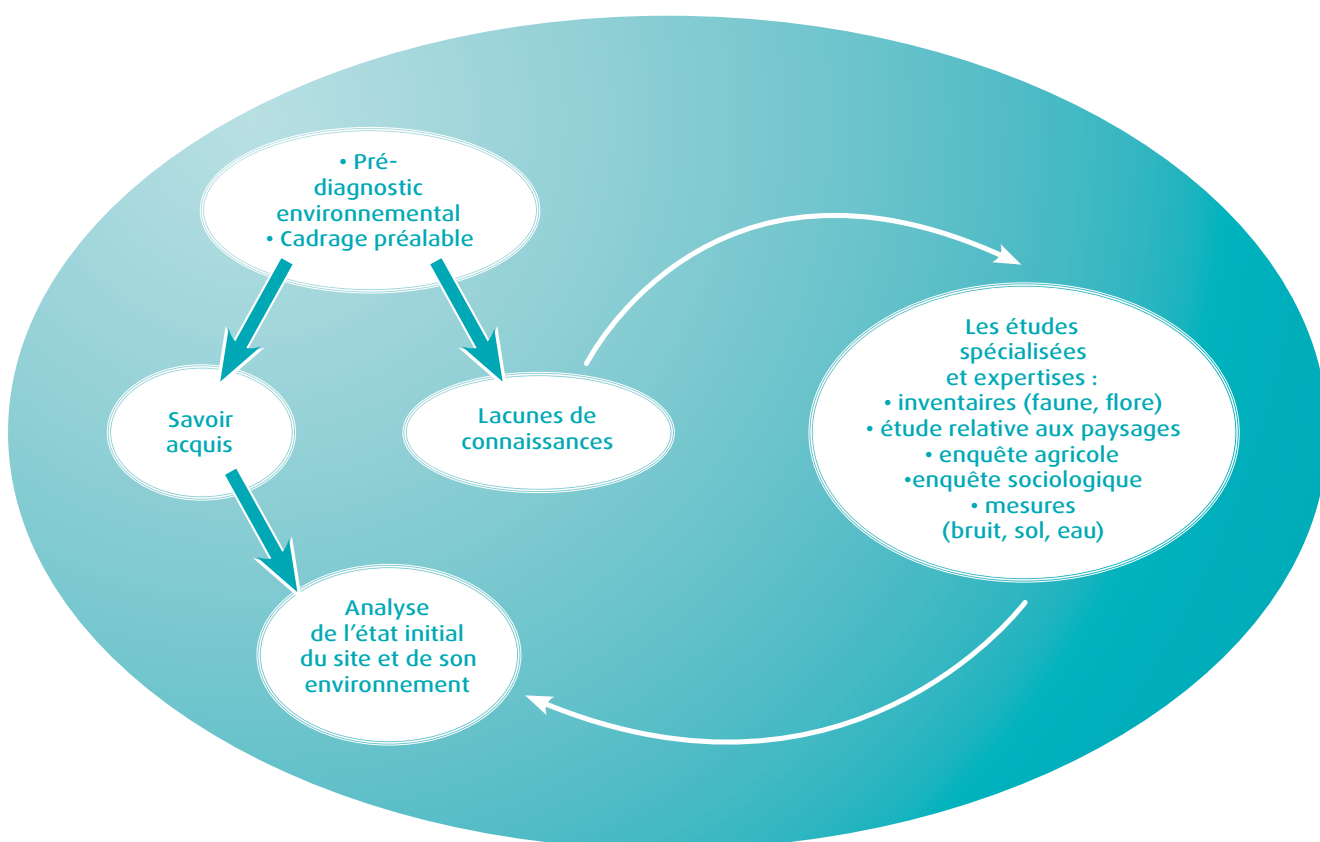
Les résultats des études spécialisées doivent être disponibles dans les délais impartis pour l'étude d'impact. Ces résultats seront synthétisés dans le dossier d'étude d'impact afin d'argumenter les choix et les décisions prises par le maître d'ouvrage.

Selon les projets, les études spécialisées ou expertises peuvent concerner différents thèmes.

## Faune et flore

Des expertises sont nécessaires quelle que soit l'implantation pressentie du projet (périurbain, agricole, milieu naturel, friche industrielle...). Elles apportent la connaissance de l'intérêt patrimonial des habitats et de la flore et de l'utilisation du site par les espèces animales (fonctionnalités des habitats). Ces expertises sont le moyen pour le porteur de projet de s'assurer de l'absence d'espèces patrimoniales et/ou protégées qui peuvent remettre en cause le projet.

## CHOIX DES ÉTUDES SPÉCIALISÉES ET EXPERTISES



### Paysage

Les études relatives au paysage permettent de caractériser les unités paysagères, d'appréhender les dynamiques du paysage, de mesurer les pressions liées à la réalisation du projet et de définir comment accompagner les transformations éventuelles engendrées sur le paysage.

### Acoustique

Des expertises sont recommandées dès lors que des enjeux liés au voisinage ont été identifiés (comme la présence de zones résidentielles ou pavillonnaires). Elles permettent, par modélisation, de comparer l'ambiance sonore actuelle et future pour un site donné et de préciser les conditions de la meilleure intégration à l'environnement proche.

### Agro-économie

Une expertise est recommandée dès lors que le projet est susceptible d'affecter des terres agricoles aux alentours du projet considéré. Elle donnera une vision de la place qu'occupe l'agriculture locale sur le plan économique et de ses tendances évolutives.

### Hydraulique

Dans le cas où un projet peut modifier les écoulements superficiels, l'étude hydraulique permet de définir les débits d'écoulement en situation initiale (crue), puis de calculer ou de modéliser les écoulements en situation future et de mesurer l'impact du projet sur les lignes d'eau.

### Autres études

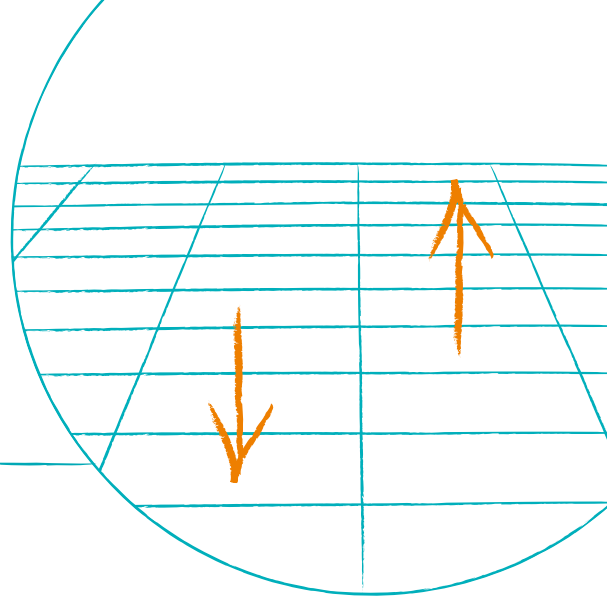
Certaines particularités locales peuvent entraîner d'autres types d'expertises : relevés topographiques, expertise hydrogéologique, expertise foudre, inventaire du patrimoine bâti ou archéologique, bilan carbone<sup>40</sup>, évaluation des risques sanitaires pour les sites pollués, etc.

Les études techniques menées dans le cadre de l'avant-projet peuvent être réutilisées pour l'étude d'impact : par exemple, des levés topographiques du terrain sont utilisables dans les études relatives au paysage.

---

<sup>40</sup> Le bilan carbone® est une méthode de comptabilisation des émissions de gaz à effet de serre destinée à évaluer les émissions directes ou induites par une activité ou un territoire. Cette méthode est développée par l'ADEME.

# UN EXEMPLE : LE CADRAGE PRÉALABLE DE L'ÉTUDE DE LA FAUNE ET DE LA FLORE



Le contenu et l'organisation de l'étude de la faune, de la flore et du milieu naturel dépendent de la région biogéographique concernée et des attentes de l'autorité environnementale exprimées lors du cadrage préalable. La réalisation d'une telle étude appelle des connaissances scientifiques solides en écologie ainsi qu'une expérience de naturaliste de terrain. Il est donc recommandé de faire appel à des compétences d'experts (en botanique, ornithologie, herpétologie, mammalogie et entomologie) pour les différents groupes à étudier.

Lors du pré-diagnostic environnemental, une analyse sommaire du site concerné permet de s'assurer de la faisabilité du projet. Ensuite, les contours précis de l'étude de la faune, de la flore et du milieu naturel entrant dans le cadre de l'étude d'impact sont définis : objectifs de l'étude, moyens à mettre en œuvre, compétences requises, calendrier des prospections sur le terrain, etc. À cette fin, une analyse du site est menée en croisant les données fournies par les photographies aériennes, les cartes IGN et les connaissances locales. Cela permet de définir les points d'attention sur lesquels focaliser l'étude. Par exemple, un site occupé par des milieux très fermés sera peu favorable aux reptiles et l'expertise relative aux insectes s'orientera vers la recherche d'habitats potentiels pour les insectes saproxylophages<sup>41</sup>. La présence de talwegs sur le site indique des écoulements intermittents et la présence potentielle de zones de reproduction pour les amphibiens. Cela orientera l'expertise vers ces

groupes d'espèces plutôt que vers les poissons. La présence de vieux arbres, de corridors ou de bâti ancien sur le site indique une fréquentation possible par des chauves-souris.

## → LE CHOIX DES ÉTUDES ET DES PÉRIODES D'OBSERVATION

La réalisation d'une étude sur la faune, la flore et les milieux naturels doit couvrir un cycle biologique représentatif, c'est-à-dire intégrer les saisons optimales d'observation (période de reproduction, de migration, pic de développement). Le cadrage préalable indique les périodes pendant lesquelles devront être menées les investigations de terrain.

Lorsque l'étude faune-flore est lancée au début d'une année calendaire, les inventaires de terrain pourront couvrir les périodes de plein développement de la flore et de la faune. En revanche, lorsque le lancement de l'étude faune-flore est postérieur à une saison de référence pour les prospections (par exemple en début d'été ou à l'automne), l'étude faune-flore devra se poursuivre sur l'année suivante.

Les périodes d'observation favorables, présentées dans le tableau ci-après, sont à adapter en fonction de la région biogéographique où se situe le projet, mais aussi en fonction des conditions météorologiques de l'année. Ce tableau est fourni à titre indicatif.

<sup>41</sup> Par opposition aux organismes xylophages qui consomment le bois vivant et/ou mort, les insectes saproxylophages ne consomment que le bois mort et participent à sa décomposition.

CALENDRIER INDICATIF DES PÉRIODES FAVORABLES POUR L'OBSERVATION DE LA FLORE ET DE LA FAUNE

	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
FLORE												
OISEAUX NICHEURS												
OISEAUX MIGRATEURS												
OISEAUX HIVERNANTS												
AMPHIBIENS												
REPTILES												
MAMMIFÈRES*												
CHAUVES-SOURIS												
INVERTÉBRÉS TERRESTRES												

\*autres que chauves-souris

 Période optimale

 Période favorable



De haut en bas  
et de gauche  
à droite :  
hanneton  
commun,  
gorgebleue  
à miroir  
et leste  
sauvage.





## LA DÉLIMITATION DE L'AIRE D'ÉTUDE

La délimitation de l'aire d'étude conditionne la pertinence des résultats des inventaires. Afin de la définir, il est nécessaire de prendre en compte l'emprise du projet et l'aire d'influence à l'intérieur de laquelle des impacts indirects peuvent être attendus.

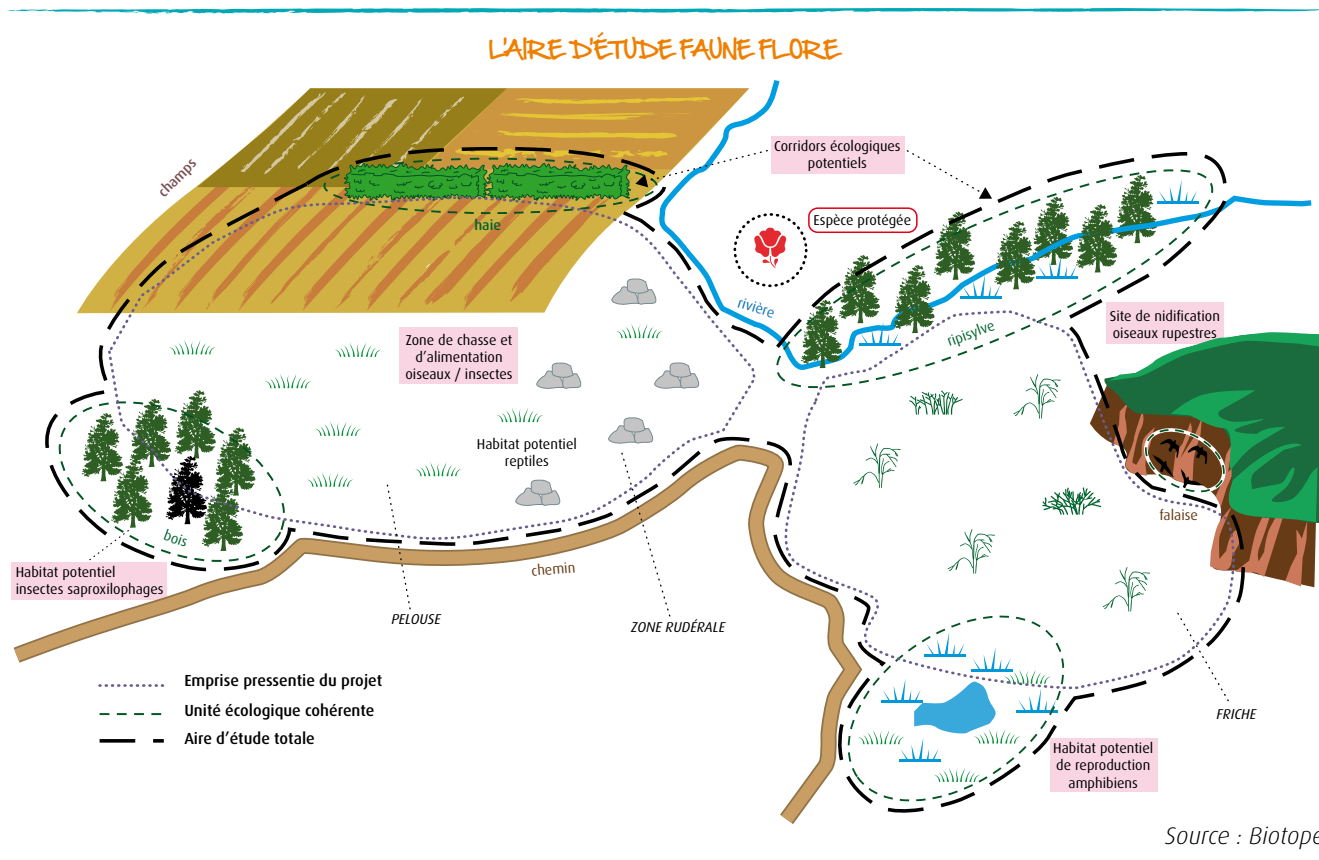
Dans le cas de projets photovoltaïques, il convient ainsi de tenir compte :

- de la fonctionnalité des habitats naturels concernés par l'implantation du projet (considérer la totalité des habitats, même s'ils ne sont que partiellement affectés par le projet) ;
- du parcellaire agricole ;
- des tracés envisagés pour le raccordement <sup>42</sup> ;
- des zones qui peuvent être annexées aux installations

photovoltaïques (par exemple, les zones de défrichement et/ou débroussaillage préventif vis-à-vis du risque incendie) ;

- du bassin versant et de ses relations avec par exemple des zones humides inventoriées.

L'aire d'étude doit être justifiée par des critères topographiques, écologiques et géologiques. Son périmètre est susceptible d'évoluer en fonction des résultats des expertises de terrain, complétant ainsi l'approche bibliographique. Par ailleurs, l'aire d'étude doit être suffisamment large pour permettre au maître d'ouvrage d'ajuster la localisation du projet si les conclusions de l'étude sur la faune, la flore et les milieux naturels mettent en évidence des impacts significatifs liés à des enjeux forts (stations d'espèces végétales patrimoniales et/ou protégées par exemple).



<sup>42</sup> On se basera sur l'accord de principe d'ERDF sur les solutions de raccordement possibles ou sur le tracé définitif si la démarche auprès d'ERDF est avancée.



# Réalisation de l'étude d'impact



# CONTENU DE L'ÉTUDE

L'étude d'impact s'appuie sur l'ensemble de la démarche engagée par le maître d'ouvrage lorsqu'il élabore son projet : le pré-diagnostic environnemental (prise en considération des enjeux environnementaux), le cadrage préalable (définition du cahier des charges de l'étude d'impact et des études spécialisées à mener), les éléments issus du dialogue avec les partenaires institutionnels de l'environnement, les associations et le public.

La démarche d'étude d'impact se déroule généralement en plusieurs séquences successives et itératives qui souvent se recoupent, comme cela a été présenté dans les chapitres précédents. Le contenu du dossier d'étude d'impact est prévu de manière précise par le code de l'environnement. Il est préférable que le dossier d'étude d'impact respecte le plan prévu par l'article R 122-3.

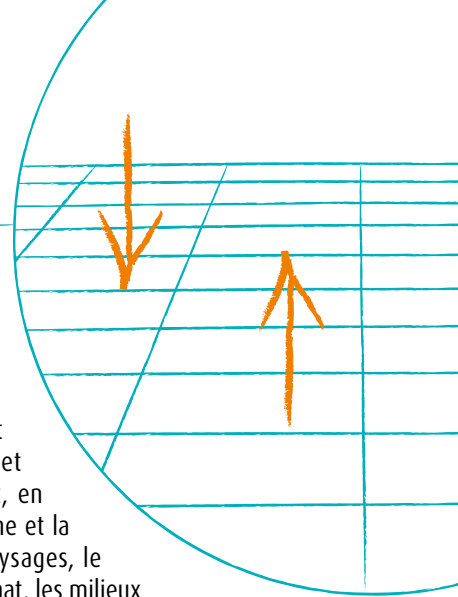
## → LE CONTENU RÉGLEMENTAIRE DE L'ÉTUDE D'IMPACT

Le contenu de l'étude d'impact est défini à l'article R 122-3 du code de l'environnement. Il doit être en relation avec l'importance des travaux et aménagements projetés et avec leurs incidences prévisibles sur l'environnement.

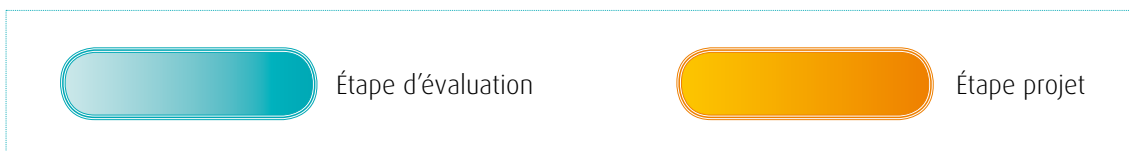
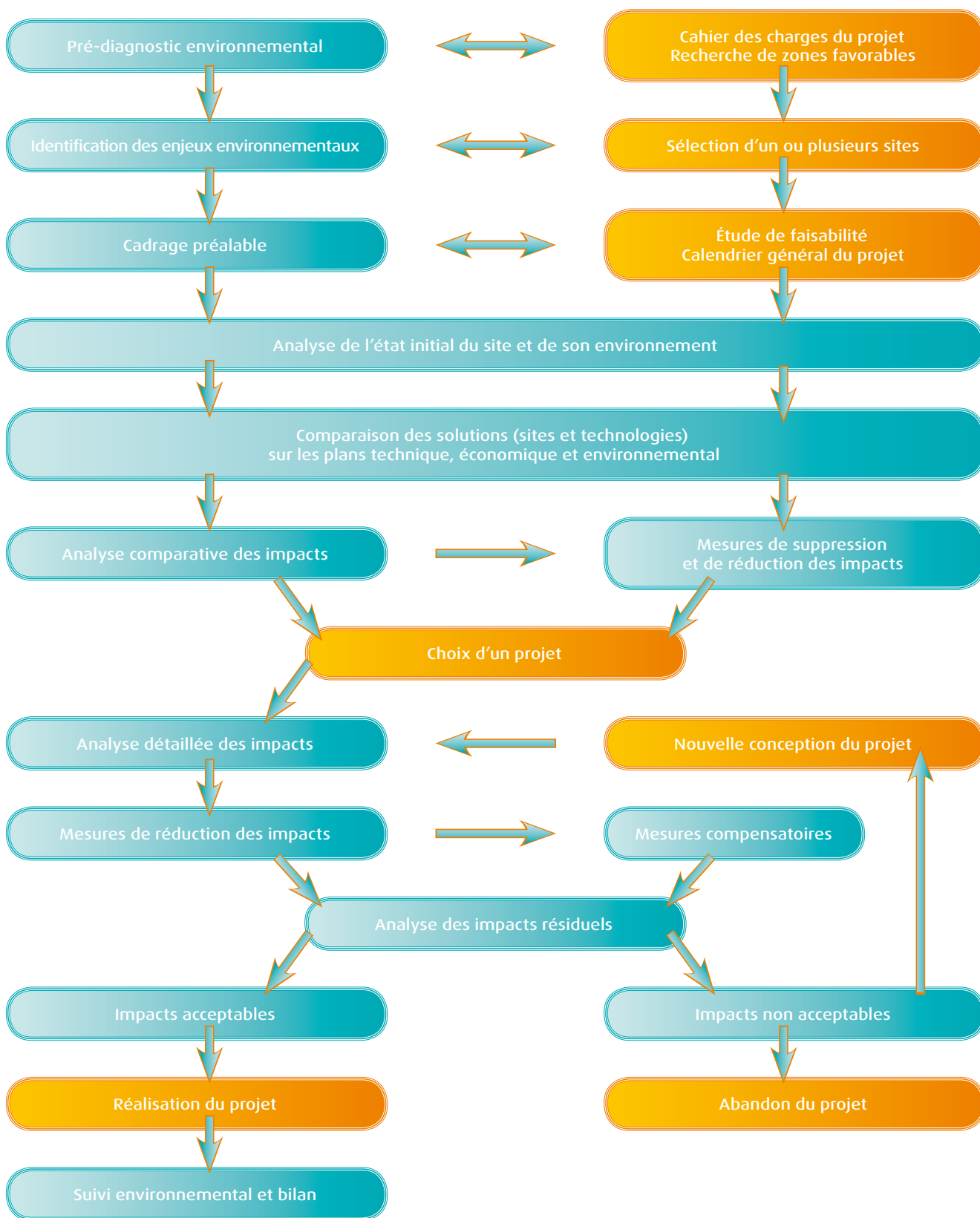
L'étude d'impact présente successivement :

- une analyse de l'état initial du site et de son environnement, portant notamment sur les richesses naturelles et les espaces naturels agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs affectés par les aménagements ou ouvrages ;

- une analyse des effets directs et indirects, temporaires et permanents du projet sur l'environnement, en particulier sur la faune et la flore, les sites et paysages, le sol, l'eau, l'air, le climat, les milieux naturels et les équilibres biologiques, sur la protection des biens et du patrimoine culturel et, le cas échéant, sur la commodité du voisinage (bruits, vibrations, odeurs, émissions lumineuses) ou sur l'hygiène, la santé, la sécurité et la salubrité publique ;
  - les raisons pour lesquelles, notamment du point de vue des préoccupations d'environnement, parmi les partis envisagés qui font l'objet d'une description, le projet présenté a été retenu ;
  - les mesures envisagées par le maître de l'ouvrage ou le pétitionnaire pour supprimer, réduire et, si possible, compenser les conséquences dommageables du projet sur l'environnement et la santé, ainsi que l'estimation des dépenses correspondantes ;
  - une analyse des méthodes utilisées pour évaluer les effets du projet sur l'environnement, mentionnant les difficultés éventuelles de nature technique ou scientifique rencontrées pour établir cette évaluation.
- Afin de faciliter la prise de connaissance par le public des informations contenues dans l'étude, celle-ci fait l'objet d'un résumé non technique.



## LA DÉMARCHE D'ÉTUDE D'IMPACT





## → LE CONTENU RÉGLEMENTAIRE DE L'ÉVALUATION DES INCIDENCES NATURA 2000

Il est opportun que les études au regard de Natura 2000 soient réalisées dans le cadre de la démarche globale de l'étude d'impact. Les différentes étapes de l'évaluation des incidences Natura 2000 ainsi que ses conclusions doivent être aisément identifiables dans le rapport final de l'étude d'impact ou constituer un document séparé et annexé à l'étude d'impact.

La composition du dossier d'évaluation des incidences Natura 2000 d'un projet au regard la conservation est définie à l'article R 414-23 du code de l'environnement.

Le dossier comprend dans tous les cas :

- une présentation simplifiée du document de planification ou une description du programme, du projet, de la manifestation ou de l'intervention, accompagnée d'une carte permettant de localiser l'espace terrestre ou marin sur lequel il peut avoir des effets et les sites Natura 2000 susceptibles d'être concernés par ces effets ; lorsque des travaux, ouvrages ou aménagements sont à réaliser dans le périmètre d'un site Natura 2000, un plan de situation détaillé est fourni ;
- un exposé sommaire des raisons pour lesquelles le document de planification, le programme, le projet, la manifestation ou l'intervention est ou non susceptible d'avoir une incidence sur un ou plusieurs sites Natura 2000 ; dans l'affirmative, cet exposé précise la liste des sites Natura 2000 susceptibles d'être affectés, compte tenu de la nature et de l'importance du document de planification ou du programme, projet, manifestation ou intervention, de sa localisation dans un site Natura 2000 ou de la distance qui le sépare du ou des sites Natura 2000, de la topographie, de l'hydrographie, du fonctionnement des écosystèmes, des caractéristiques du ou des sites Natura 2000 et de leurs objectifs de conservation.

Dans l'hypothèse où un ou plusieurs sites Natura 2000 sont susceptibles d'être affectés, le dossier comprend également une analyse des effets temporaires ou permanents, directs ou indirects, que le document de planification, le programme ou le projet, la manifestation ou l'intervention peut avoir, individuellement ou en raison de ses effets cumulés avec d'autres documents de planification ou d'autres programmes, projets, manifestations ou interventions dont est responsable l'autorité chargée d'approuver le document de planification, le maître d'ouvrage, le pétitionnaire ou l'organisateur, sur l'état de conservation des habitats naturels et des espèces qui ont justifié la désignation du ou des sites.

S'il résulte de cette analyse que le document de planification ou le programme, projet, manifestation ou intervention peut avoir des effets significatifs dommageables, pendant ou après sa réalisation ou pendant la durée de la validité du document de planification, sur l'état de conservation des habitats naturels et des espèces qui ont justifié la désignation du ou des sites, le dossier comprend un exposé des mesures qui seront prises pour supprimer ou réduire ces effets dommageables.

Lorsque, malgré les mesures prévues précédemment, des effets significatifs dommageables subsistent sur l'état de conservation des habitats naturels et des espèces qui ont justifié la désignation du ou des sites, le dossier d'évaluation expose en outre :

- la description des solutions alternatives envisageables, les raisons pour lesquelles il n'existe pas d'autre solution que celle retenue et les éléments qui permettent de justifier l'approbation du document de planification ou la réalisation du programme, du projet, de la manifestation ou de l'intervention dans les conditions prévues aux VII et VIII de l'article L 414-4 ;
- la description des mesures envisagées pour compenser les effets dommageables que les mesures prévues ne peuvent supprimer. Les mesures compensatoires permettent une compensation efficace et proportionnée au regard de l'atteinte portée aux objectifs de conservation du ou des sites Natura 2000 concernés et du maintien de la cohérence globale du réseau Natura 2000. Ces mesures compensatoires sont mises en place selon un calendrier permettant d'assurer une continuité dans les capacités du réseau Natura 2000 à assurer la conservation des habitats naturels et des espèces. Lorsque ces mesures compensatoires sont fractionnées dans le temps et dans l'espace, elles résultent d'une approche d'ensemble, permettant d'assurer cette continuité ;
- l'estimation des dépenses correspondantes et les modalités de prise en charge des mesures compensatoires qui sont assumées, pour les documents de planification, par l'autorité chargée de leur approbation, pour les programmes, projets et interventions, par le maître d'ouvrage ou le pétitionnaire bénéficiaire, pour les manifestations, par l'organisateur bénéficiaire.

*Les parties suivantes décrivent le contenu de chaque partie réglementaire de l'étude d'impact, qui pourront être complétées par des éléments relatifs à l'étude d'incidences Natura 2000 décrits ci-dessus ou à celle requise au titre de la loi sur l'eau dont le contenu est présenté en annexe 2.*

# DESCRIPTION DU PROJET

Pour la bonne compréhension de l'étude d'impact et la pertinence de l'évaluation, une description détaillée du projet est indispensable. L'étude d'impact doit porter a minima sur l'avant-projet détaillé sous peine d'incohérences entre le projet technique et l'étude d'impact présentée à l'enquête publique. Plus le projet technique sera précis et plus l'étude d'impact sera pertinente.

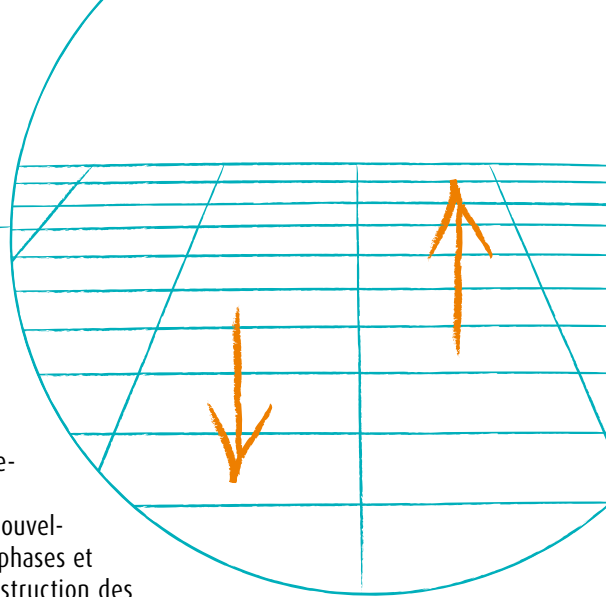
De manière pratique, dans le dossier, la description du projet peut être placée avant l'analyse de l'état initial du site et de son environnement ou en tête du chapitre relatif à l'évaluation des effets. Elle peut être découpée en plusieurs parties :

- le projet général (puissance installée, identité du pétitionnaire, etc.) ;
- le site (localisation du terrain, maîtrise foncière, caractéristiques physiques générales, etc.) ;
- les caractéristiques détaillées des installations (panneaux, structures porteuses, équipements électriques et de raccordement, etc.). Lors du dépôt du dossier de permis de construire, les caractéristiques détaillées (type de modules, postes de livraison, shelters abritant les onduleurs...) ne sont pas encore totalement arrêtés. La description reposera donc sur des éléments type et fera appel à des dimensions de référence ;
- les voies de circulation et aménagements connexes (pistes de circulation et d'entretien, clôture) : tous les éléments techniques n'étant pas connus au moment de l'élaboration de l'étude d'impact, le maître d'ouvrage doit préciser aux services instructeurs les hypothèses des choix de techniques qu'il privilégie ;
- le chantier de construction (durée, nombre de personnes, organisation, opérations à réaliser, plan de gestion environnementale, etc.) ;

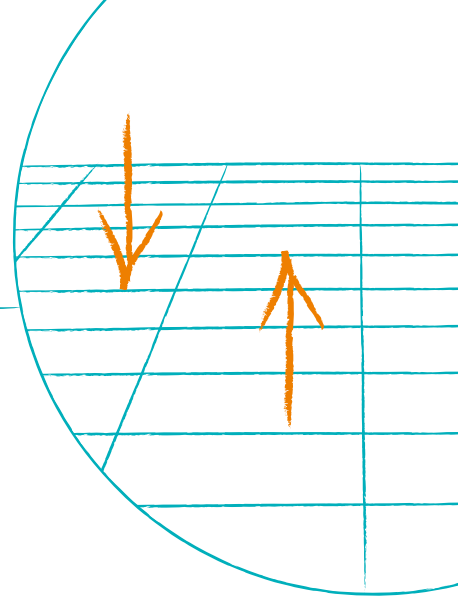
- l'exploitation (fonctionnement des installations, durée, opérations de maintenance, etc.) ;
- la cessation ou le renouvellement de l'activité (phases et techniques de déconstruction des installations et de remise en état du site, plan de gestion environnemental du chantier de démantèlement, vocation envisagée du site après remise en état du site, conséquences financières, juridiques et réglementaires, etc.).

La présentation privilégiera les documents graphiques et les photographies et fournira par exemple :

- la localisation du projet au 1/25 000 sur une carte IGN et/ou une photographie aérienne ;
- un schéma d'implantation des installations sur fonds de plan topographique et localisant panneaux solaires, tracés des câbles, équipements électriques, voiries, clôture, raccordement électrique à petite échelle (inférieure au 1/10 000) ;
- des coupes de détail significatives ;
- des photographies du site dans son état initial ;
- un photomontage présentant le projet, par exemple sur une vue aérienne oblique permettant de visualiser l'ensemble des installations. Ce photomontage permet de comprendre la composition générale du projet. Il doit être distingué de ceux relevant de l'analyse paysagère ;
- des photographies de panneaux et d'équipements électriques similaires ou d'installations photovoltaïques en exploitation et construites sur les mêmes principes.



# ANALYSE DE L'ÉTAT INITIAL DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT



## ARTICLE R.122-3 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

L'étude d'impact comprend « une analyse de l'état initial du site et de son environnement, portant notamment sur les richesses naturelles et les espaces naturels agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs, affectés par les aménagements ou ouvrages ».

L'analyse de l'état initial est une partie de l'étude d'impact qui a pour objectifs de :

- valider et, le cas échéant, préciser le champ d'investigation (aires d'étude, composantes de l'environnement) identifié par le pré-diagnostic environnemental et transcrit de manière formelle dans le cadrage préalable ;
- regrouper, pour chaque composante de l'environnement, les données nécessaires à l'évaluation environnementale du projet ;
- identifier les enjeux environnementaux du territoire qui pourront subir des effets directs ou indirects du projet d'installation photovoltaïque ;
- proposer une hiérarchisation des enjeux environnementaux qui risquent d'être concernés par le projet.

L'analyse de l'état initial du site et de son environnement doit se fonder non seulement sur des données documentaires et bibliographiques, mais également s'appuyer sur des investigations de terrain qui seront approfondies progressivement en même temps que le projet technique sera affiné.

Les composantes à analyser sont celles qui sont susceptibles d'être prioritairement affectées par les installations photovoltaïques. Ce sont les enjeux environnementaux propres à chaque territoire de projet qui déterminent si le champ de l'analyse doit être élargi, ou au contraire réduit. L'analyse de l'état initial se portera sur :

- le milieu physique (climatologie, topographie et géomorphologie, géologie et hydrogéologie, hydrographie et hydrologie de surface, risques naturels majeurs) ;
- les milieux naturels (faune, flore, habitats, fonctionnalités écologiques) ;
- le paysage et le cadre de vie ;
- les activités humaines et socio-économiques.

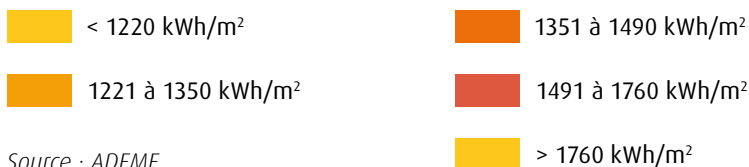
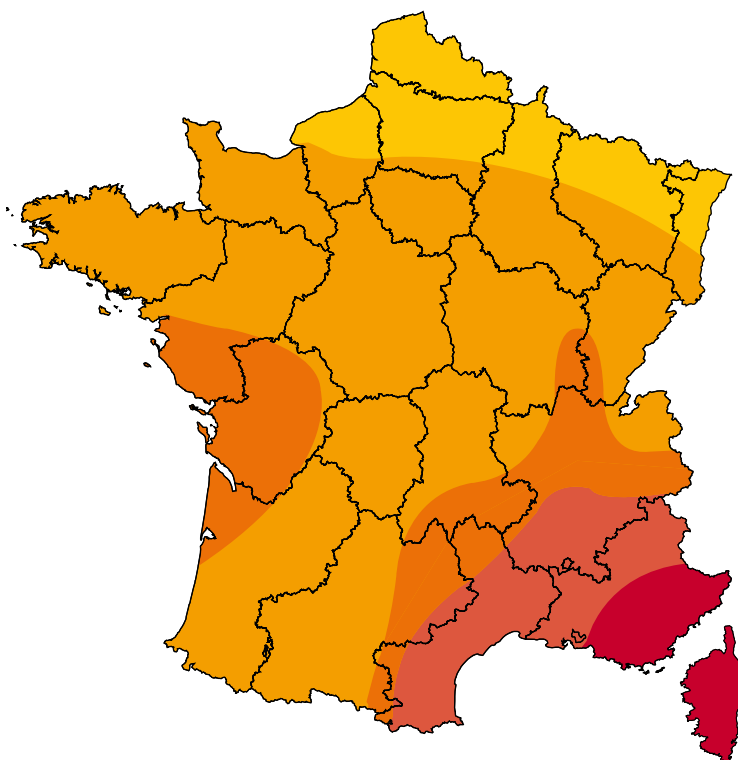
## → LE MILIEU PHYSIQUE

### Climatologie

L'étude d'impact décrira les principales caractéristiques climatologiques du site :

- l'ensoleillement exprimé sous la forme du gisement solaire en kWh/m<sup>2</sup>/an et la durée moyenne d'ensoleillement en heures ;

### LE GISEMENT SOLAIRE EN FRANCE



Source : ADEME

- les précipitations avec un diagramme des hauteurs mensuelles sur une période d'observation significative (20 à 30 ans selon les séries disponibles) ;
- les vents en distinguant la répartition saisonnière des directions et des vitesses sur une période d'observation significative (20 à 30 ans selon les séries disponibles) ;
- les événements particuliers ou exceptionnels : nombre de jours de gel, de chutes de neige, de grêle, densité de foudroiement<sup>43</sup>, tempêtes.

Les données sont obtenues auprès de Météo-France et sont issues des stations météorologiques les plus proches du site (en corrigeant éventuellement les variations liées à la localisation de la station ou son altitude).

### Topographie et géomorphologie

La géomorphologie du site et de son environnement ainsi que les caractéristiques topographiques qui en résultent sont des éléments d'information importants pour l'étude d'impact du projet.

Ces éléments sont un préalable indispensable à la connaissance du bassin versant et de son hydrographie. Leur connaissance fonde également l'analyse des milieux naturels (diversité des habitats) et la lecture du paysage. De plus, la connaissance de la topographie et de la géomorphologie aide le maître d'ouvrage à choisir un parti d'aménagement qui évite ou minimise les terrassements qui sont à l'origine d'impacts forts. En effet, le défrichement et le terrassement amorcent l'érosion et le ruissellement pendant la période de chantier, à l'origine de cicatrices paysagères durables. Le projet doit au contraire rechercher à épouser les lignes topographiques et composer avec les caractéristiques géomorphologiques locales.

Afin de décrire les caractéristiques topographiques et géomorphologiques du site, l'analyse de l'état initial utilisera les cartes existantes (IGN 1/25 000), les photographies aériennes, les interprétations à l'aide de blocs diagrammes ou de coupes, les relevés topographiques réalisés par le maître d'ouvrage dans le cadre de l'avant-projet<sup>44</sup>.

### Géologie et hydrogéologie

Les caractéristiques géologiques du site peuvent être repérées simplement à partir des cartes géologiques de la France au 1/50 000. Les informations issues de ces cartes permettent au maître d'ouvrage de définir le cas échéant les études géotechniques à réaliser (lorsque des fondations sont prévues ou que les sols ne présentent pas des conditions de portance suffisantes).

La connaissance du contexte hydrogéologique est utile en particulier lorsque la ressource en eau souterraine est vulnérable à la pollution. Le porteur de projet devra tenir compte des risques de pollutions accidentelles de l'aquifère pendant la phase de construction et de démantèlement ou pendant l'exploitation, si le projet est situé à proximité d'un périmètre de protection d'un aquifère



Le réseau hydrographique et la géologie

destiné à l'alimentation en eau potable. Pour connaître la vulnérabilité de l'aquifère, il est possible de se référer notamment à l'état des lieux des masses d'eaux souterraines établi par les agences de l'eau et de consulter les services de l'État compétents (ARS).

### Hydrographie et hydrologie de surface

L'étude d'impact doit présenter le réseau hydrographique de surface et ses caractéristiques à l'échelle du bassin versant concerné par le projet.

#### Débits

La connaissance de la fluctuation des débits sur une longue période, au moins 5 à 10 ans, permet de caractériser l'hydrologie des cours d'eau. Il est important de connaître la régularité d'un cours d'eau et ses débits de crue. Certaines données peuvent être obtenues par consultation de la banque Hydro gérée par la direction de l'eau et de la biodiversité du ministère du Développement durable. Si des mesures hydrologiques ne sont pas disponibles, le débit du cours d'eau peut être évalué à partir de données pluviométriques ou de mesures sur le site.

#### Qualité

La qualité des eaux superficielles peut être évaluée à partir :

- de l'état des lieux des masses d'eaux superficielles établi par les agences de l'eau dans le cadre de la

<sup>43</sup> Nombre d'impacts de foudre par km<sup>2</sup> et par an.

<sup>44</sup> Ces données ne sont pas toujours disponibles au début de l'étude d'impact. Elles seront cependant tout à fait nécessaires lors des étapes d'évaluation des effets et de définition des mesures.

révision des schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) et au regard de la directive-cadre sur l'eau (DCE) ;

- du suivi de la qualité des eaux par les agences de l'eau qui disposent de stations réparties dans les différents bassins versants. Les données de suivi sont analysées à l'aide du système d'évaluation de la qualité des eaux (SEQ-Eau V2) qui évalue la qualité physico-chimique de l'eau et son aptitude aux usages et aux fonctions naturelles des milieux aquatiques.

### Risques naturels majeurs

Lorsque des projets d'installations photovoltaïques concernent des secteurs exposés à un risque naturel, notamment d'inondation ou de feux de forêt, l'étude d'impact doit considérer avec attention ces risques. L'implantation du projet dans un secteur à risque n'est pas toujours possible.

L'analyse de l'état initial se référera aux documents types qui exposent les risques naturels dans le cadre de l'information préventive :

- le dossier départemental des risques majeurs (DDRM), à l'échelle départementale ;
- le dossier communal synthétique (DCS) et le document d'information communal sur les risques majeurs (DICRIM) à l'échelle communale.

Dans le cadre des dispositifs réglementaires, il existe aujourd'hui le plan de prévention des risques naturels prévisibles (PPRNP), annexé aux documents d'urbanisme.

## → LE MILIEU NATUREL, LA FAUNE ET LA FLORE

Une approche méthodologique spécifique est à mettre en œuvre pour identifier, caractériser et apprécier les fonctionnalités des milieux naturels concernés et pour analyser avec pertinence les impacts découlant du projet. L'étude du milieu naturel, de la faune et de la flore est annexée dans son intégralité au dossier d'étude d'impact, qui ne reprend quant à lui qu'une synthèse des informations essentielles : description et cartographie des habitats, description et localisation des espèces de la faune et de la flore remarquables, analyse des enjeux, etc. Tous les résultats présentés dans l'étude d'impact doivent avoir fait l'objet d'une démonstration et d'une argumentation.

### Le recueil des données existantes

Le diagnostic écologique du site commence par la collecte des données existantes dans l'aire d'étude afin d'exploiter la connaissance locale. Cette recherche bibliographique s'intéresse aux documents suivants :

- les diverses publications scientifiques et naturalistes ;
- les éventuelles études scientifiques menées sur la zone d'étude ou à proximité (suivis ornithologiques, expertises botaniques ponctuelles...) ;
- les atlas de répartition des espèces patrimoniales (départementaux, régionaux ou nationaux) ;
- les listes rouges d'espèces menacées ;
- les données disponibles auprès des services de l'État (inventaires ZNIEFF, ZICO, continuités écologiques,

espaces naturels sensibles, zones humides, sites Natura 2000, APPB...), mais aussi les documents de référence tels que les orientations régionales de gestion de la faune sauvage et d'amélioration de la qualité de ses habitats (ORGFH) par exemple ;

- les guides de terrain, les comptes rendus de campagnes naturalistes.

En complément de l'étude bibliographique, il est utile de consulter des organismes et des personnes ressources afin d'obtenir des inventaires non publiés, des résultats d'observations réalisées par des associations, etc. Les organismes suivants peuvent à ce titre être sollicités :

- les délégations du Conservatoire botanique national ;
- le conservatoire régional des espaces naturels (CREN) ;
- les associations locales de protection de la nature ;
- l'Office national de la chasse et de la faune sauvage (ONCFS) ;
- l'Office national des forêts (ONF) ;
- la fédération départementale des chasseurs et éventuellement de la pêche et les associations agréées ;
- toute autre personne ressource indiquée par les acteurs locaux.

### Les méthodes pour réaliser les inventaires de terrain

Les prospections de terrain doivent se dérouler dans des conditions favorables à l'observation (saison et conditions météorologiques appropriées). La pression d'observation doit permettre de recueillir des informations sur un échantillon représentatif des espèces présentes. Les méthodes les plus couramment utilisées sont présentées ci-dessous.

#### ATTENTION !

La capture des espèces animales est strictement réglementée et doit faire l'objet d'autorisations administratives. Il est donc conseillé de ne réserver la capture qu'aux projets pour lesquels cette méthode s'avérerait indispensable

### Les habitats naturels et la flore

L'objectif des inventaires de terrain est de mettre en évidence la présence d'habitats naturels patrimoniaux, de caractériser leur état actuel et de repérer la présence d'espèces végétales patrimoniales et/ou protégées.

Les prospections de terrain consistent à inventorier les habitats (naturels, semi-naturels ou anthropiques) et les espèces végétales présents au sein de l'aire d'étude.

Si la méthode phytosociologique peut être employée pour l'identification des habitats, elle est difficilement applicable pour des aires d'étude de grande envergure (par exemple de plusieurs dizaines d'hectares).

En conséquence, la méthode conseillée consiste à effectuer des relevés botaniques pour identifier les habitats naturels présents et définir les espèces par un coefficient d'abondance/dominance. Elle aboutit à réaliser une carte des habitats et de leur état de conservation. Une attention particulière doit être portée à la mise en



évidence d'espèces patrimoniales et/ou protégées lors des inventaires.

### Les amphibiens

L'objectif est de mettre en évidence et caractériser la fréquentation du site par les amphibiens ou de confirmer leur absence.

La présence des amphibiens est aisée à mettre en évidence lors de leur période de reproduction. Il est alors recommandé d'effectuer une visite nocturne pour repérer les espèces présentes et le stade de leur cycle biologique, par des observations et des écoutes. La fonctionnalité de la zone pour la reproduction des amphibiens est à confirmer éventuellement par une seconde visite de terrain. En effet, les conditions pluviométriques peuvent faire varier le succès de la reproduction.

Enfin, les inventaires doivent permettre de repérer les zones d'hivernage de ce groupe.

### Les reptiles

L'objectif est de mettre en évidence la fréquentation du site par les reptiles, leur utilisation du site ou de confirmer leur absence.

Il est conseillé de prospecter les milieux favorables aux reptiles (observation et écoute pour repérer les déplacements furtifs). Les investigations doivent se focaliser sur la recherche d'espèces patrimoniales et de gîtes propices. La période estivale est idéale pour l'observation des reptiles, en particulier en début de journée lorsqu'ils se réchauffent au soleil.

### Les insectes

L'objectif est de mettre en évidence la fréquentation du site par les espèces d'insectes patrimoniales et/ou protégées et de préciser, le cas échéant, leur utilisation du site. Ce groupe faunistique comprend de nombreux taxons dont les périodes optimales de développement ne concordent pas nécessairement. On observe ainsi des espèces précoces (mars), de pleine saison (mai-juin) et des espèces tardives (juillet-août). Ce groupe entretient en effet des relations étroites avec les espèces végétales (plantes hôtes).

Avant de se rendre sur le terrain, il est conseillé de mener une analyse de la cartographie des habitats naturels afin d'orienter les investigations vers les espèces patrimoniales et/ou protégées et leurs habitats supposés.

Plusieurs visites sur un même site sont généralement nécessaires obtenir une vision d'ensemble des enjeux de l'aire d'étude.

### Les oiseaux

L'étude de terrain vise à mettre en évidence les différents cortèges d'espèces ainsi que les espèces patrimoniales et/ou protégées susceptibles de nicher sur la zone d'étude. Compte tenu de la grande mobilité de l'avifaune, il est nécessaire de recourir à des méthodes spécifiques standardisées. La méthode des quadrats ou méthode absolue consiste à relever de manière exhaustive l'ensemble des espèces présentes. Intéressante par sa fiabilité, elle nécessite toutefois beaucoup de temps, ce qui ne justifie son emploi qu'en présence d'espèces rares ou protégées. Les méthodes relatives (les indices kilométriques d'abondance

ou les indices ponctuels d'abondance) sont à privilégier car aisément reproductibles et pragmatiques dans leur mise en œuvre.

Quelle que soit la méthode d'investigation retenue, l'expertise sur l'avifaune doit préciser :

- les cortèges d'espèces d'oiseaux fréquentant le site en distinguant les oiseaux sédentaires des espèces migratrices ;
- les relations qu'entretiennent ces espèces avec les milieux potentiellement impactés par le projet : zones d'hivernage, haltes migratoires, habitats d'alimentation ou de nidification ;
- les voies de déplacement privilégiées et plus généralement les modalités d'utilisation de l'espace sur et à proximité de l'aire d'étude (territoire de chasse, zones de repos...).

### Les mammifères

Les connaissances actuelles sur les impacts des installations photovoltaïques sur les chauves-souris sont aujourd'hui insuffisantes. Toutefois, il est recommandé, par précaution, de réaliser des inventaires afin de mettre en évidence la présence ou non d'espèces patrimoniales et/ou protégées et de caractériser leur utilisation du site (gîtes, habitats de chasse, corridors de déplacement...). L'inventaire des chauves-souris est à mener de préférence en période estivale qui est la période de pleine activité. Plusieurs méthodes peuvent être mises en œuvre : l'écoute nocturne à l'aide de détecteurs-enregistreurs automatisés qui fournissent des données spécifiques et quantitatives (nombre de contact par heure), la réalisation de transects avec un détecteur d'ultrasons qui permet d'identifier les espèces et d'apprécier leur activité (nombre de contacts par heure). Parmi les mammifères, la grande faune peut être indirectement concernée par l'installation photovoltaïque si des continuités écologiques sont perturbées ou supprimées sur le site. Des observations directes, des relevés de traces ou d'indices de présence donnent de bonnes indications sur les voies les plus fréquemment empruntées par les mammifères sur le site considéré.

### L'analyse et la présentation des résultats

L'analyse de l'état initial du site ne se résume pas à un catalogue de données issues de la bibliographie ou de visites de terrain. Il est nécessaire d'établir un véritable diagnostic du fonctionnement du site vis-à-vis de la flore et de la faune. Sur la base des données bibliographiques et de terrain, l'analyse de l'état initial aboutit ainsi – après avoir identifié les habitats naturels, les espèces végétales et animales présents sur le site et caractérisé leur statut (habitat ou espèce d'intérêt patrimonial et/ou protégé) – à comprendre l'utilisation du site par les différents groupes faunistiques et les fonctionnalités des différents habitats (site de nidification, gîte, zone d'alimentation ou de chasse, zone d'hivernage, corridor écologique). L'analyse de l'état initial met également en évidence des alternatives possibles pour l'implantation du projet au regard des enjeux écologiques identifiés, afin de retenir la localisation qui présente le moins d'impacts du point de vue de l'environnement.

D'une manière générale, il est recommandé de compléter la synthèse des résultats par des cartographies thématiques.

### Les habitats naturels et la flore

Les différents habitats naturels identifiés lors des prospections de terrain doivent être décrits dans l'étude d'impact à l'aide des éléments suivants :

- l'appellation de l'habitat selon la nomenclature européenne Corine Biotope (typologie des habitats naturels) et le manuel d'interprétation des habitats<sup>45</sup> ;
- l'état de conservation des habitats et les hypothèses qui pourraient expliquer des dégradations éventuellement observées ;
- la tendance évolutive de l'habitat : par exemple fermeture des milieux, interpénétration par un autre habitat, successions écologiques (évolutions de l'écosystème) ;
- la cartographie à une échelle pertinente délimitant précisément les contours des habitats.

L'étude d'impact doit présenter par milieu, les espèces végétales recensées sur le site et leur statut, ainsi qu'une description des espèces patrimoniales et/ou protégées et leur localisation. Cet inventaire peut conduire à modifier la conception du projet si nécessaire.

La présence d'espèces indésirables ou envahissantes doit être relevée car elles peuvent imposer la mise en œuvre de mesures particulières lors du chantier de construction.

### La faune

- Pour chaque groupe faunistique, l'étude d'impact doit :
- identifier, localiser et décrire les habitats des espèces (zones de reproduction, sites de nidification, territoires de chasse) ;
  - lister les espèces observées ou connues grâce à la bibliographie et les localiser ;
  - préciser le statut des espèces protégées et/ou patrimoniales observées ou connues grâce à la bibliographie ;
  - conclure sur l'utilisation du site et son intérêt par chaque espèce identifiée et sur l'intérêt qu'il présente pour chaque espèce.

### Les continuités écologiques

L'analyse de l'état initial doit traiter enfin de la fonctionnalité des habitats naturels, leur utilisation par les groupes faunistiques et l'existence de corridors écologiques (qu'ils soient secondaires ou non).

## CARTOGRAPHIE DES HABITATS NATURELS

Emprise pressentie du projet

Espèce végétale protégée

Espèce végétale patrimoniale

### CODE CORINE - INTITULÉ DE L'HABITAT

34.36 - Pelouse à Brachypode de Phénicie

42.84 x 45.31 - Boisement mixte de chêne vert et pin d'Alep

44.61 - Ripisylve méditerranéenne à peuplier blanc

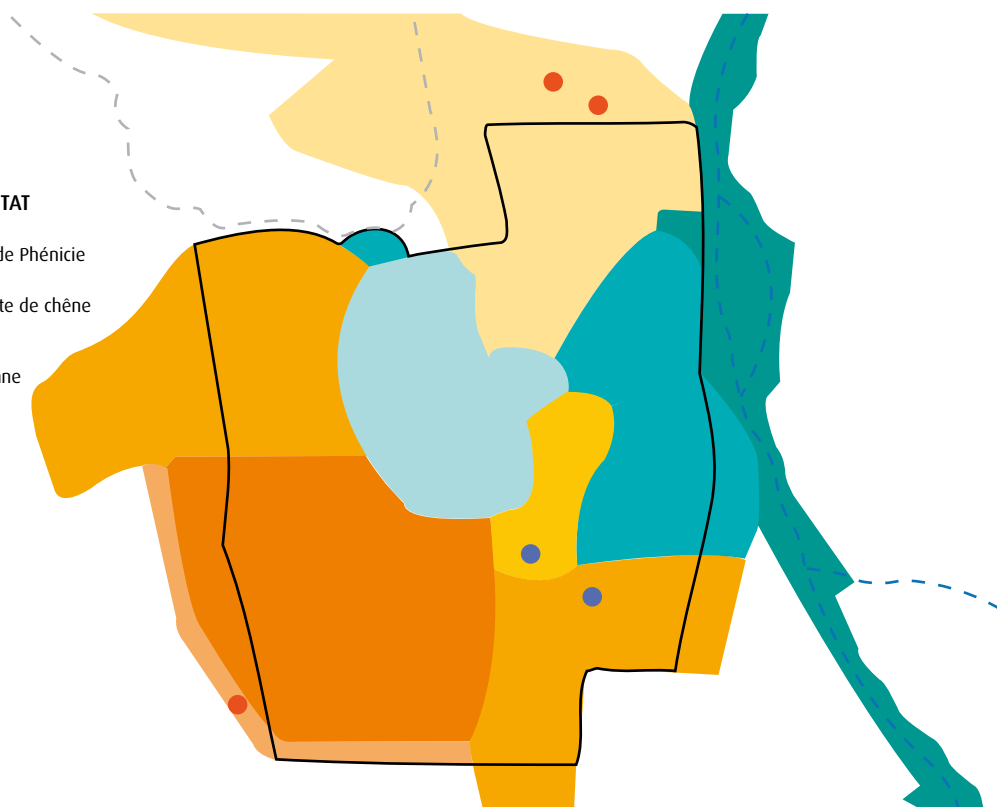
34.34 - Pelouse à fétuque

84.2 - Bordure de haie

86 - Petits bois et bosquets

87.1 - Terrain en friche

87.2 - Zone rudérale



Source : Biotope

### L'identification et la hiérarchisation des enjeux

Les enjeux écologiques d'un site doivent être déterminés par une démarche objective. Une fois les différents statuts des espèces et milieux recensés et identifiés à l'issue des prospections de terrain, ainsi que leur

sensibilité et leur vulnérabilité, il convient de déterminer les enjeux écologiques du site vis-à-vis du projet.

Le statut de protection traduit l'intérêt que la collectivité accorde à ces espèces et espaces aux niveaux local, régional, national, communautaire ou international, en fonction de critères administratifs et réglementaires. Tous les milieux

<sup>45</sup> Le manuel d'interprétation décrit les habitats qui relèvent de la directive européenne.

et les espèces ne réagissent pas de la même manière aux pressions extérieures : certains peuvent disparaître temporairement puis se régénérer, tandis que d'autres seront irrémédiablement détruits à la moindre perturbation.

Il convient de distinguer :

- les enjeux réglementaires qui concernent les espèces protégées. Ils entraînent une contrainte forte pour le projet, car la présence d'une espèce protégée peut déclencher une procédure au titre de l'article L 411-2 du code de l'environnement ;
- les enjeux patrimoniaux qui concernent des espèces ayant un statut patrimonial reconnu mais qui ne sont

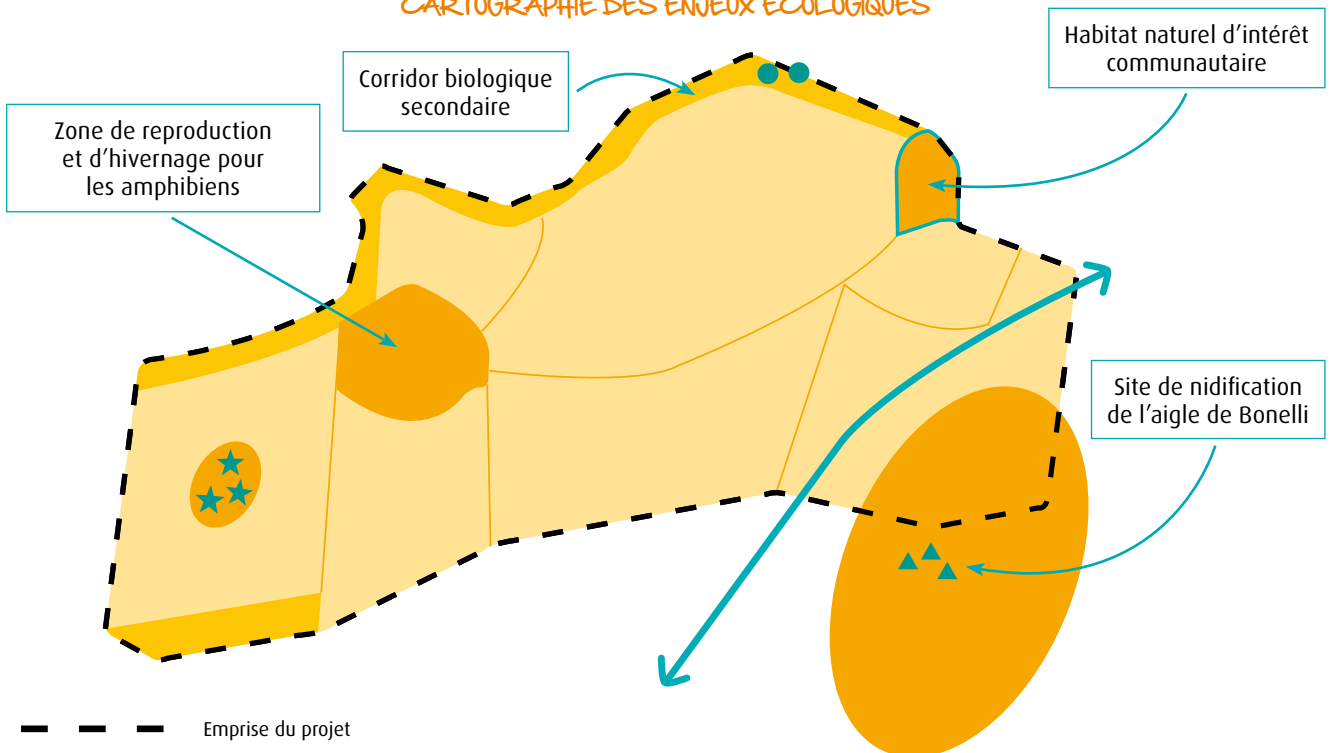
pas nécessairement concernées par une protection réglementaire.

La synthèse des enjeux écologiques permet de conclure sur la compatibilité du projet avec le milieu naturel et la biodiversité et, le cas échéant, sur la nécessité de le modifier pour réduire ou supprimer les impacts. Dans le dossier d'étude d'impact, il est recommandé de traduire de manière cartographique la synthèse des enjeux. La cartographie doit être suffisamment claire pour comprendre, à sa seule lecture, les enjeux propres au site et au projet. La synthèse des enjeux peut également être présentée sous forme de tableau.

### EXEMPLE DE TABLEAU DE SYNTHÈSE DES ENJEUX POUR LA FAUNE OU LA FLORE

	Protection	Inventaire ZNIEFF	Liste rouge	Sensibilité régionale et nationale	Sensibilité sur le site	Commentaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Nom commun</li> <li>✓ <i>Nom scientifique</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Nationale</li> <li>✓ Directive habitats etc.</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Forte</li> <li>✓ Modérée</li> <li>✓ Faible etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Forte</li> <li>✓ Modérée</li> <li>✓ Faible etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Espèce endémique et localisée, très abondante sur l'aire d'étude</li> <li>✓ Espèce endémique, commune localement</li> <li>✓ Espèce localement abondante sur l'aire d'étude</li> <li>✓ Espèce très abondante sur l'aire d'étude etc.</li> </ul>

### CARTOGRAPHIE DES ENJEUX ÉCOLOGIQUES



#### SYNTHÈSE DES ENJEUX

- Fort
- Modéré
- Faible

#### FAUNE

- Observation d'amphibiens
- ▲ Observation d'oiseaux protégés
- ↔ Corridor de chasse de chiroptères

#### HABITATS ET FLORE

- Habitats d'intérêt communautaire
- ★ Station d'une plante patrimoniale

Source : Biotope

## LE PAYSAGE ET LE CADRE DE VIE

Les projets d'installations photovoltaïques au sol transforment les paysages en y introduisant de nouveaux objets et de nouveaux rapports d'échelle. Dans les études d'impact, le paysage ne doit pas être perçu comme une contrainte à partir de laquelle on évalue a posteriori les impacts du projet. Au contraire, le projet doit prendre en compte les logiques paysagères propres au site. En effet, l'enjeu paysager n'est pas seulement un enjeu de protection ou de préservation d'une ressource, c'est d'abord un enjeu de cohérence territoriale et de qualité des espaces du quotidien. Le projet sera d'autant plus cohérent qu'une attention fine sera portée aux caractères physiques du territoire (relief, hydrologie...) ainsi qu'aux milieux naturels. L'étude d'impact doit donc considérer suffisamment tôt la dimension paysagère pour éviter, au titre des mesures réductrices, des réponses paysagères qui ne seraient pas adaptées aux enjeux du paysage telles que des replantations artificielles ou des opérations de camouflage. Il convient donc d'apprécier si le substrat paysager permet l'aménagement d'un paysage à caractère industriel. La réponse à cette question relève moins de l'intégration des installations dans le paysage que d'un aménagement du paysage.

La démarche de projet consiste à analyser l'ensemble des composantes paysagères pour définir comment implanter les installations photovoltaïques de manière harmonieuse et non pas définir a posteriori des mesures de suppression, de réduction et de compensation. En d'autres termes, il ne s'agit pas de réaliser une opération technique dont on cherche à atténuer les impacts, mais bien de contribuer à un projet de territoire dont la production énergétique fait

partie intégrante. Il est recommandé que cette démarche de projet s'accompagne de l'intervention de paysagistes qui maîtrisent l'analyse des paysages et les démarches d'aménagement du paysage.

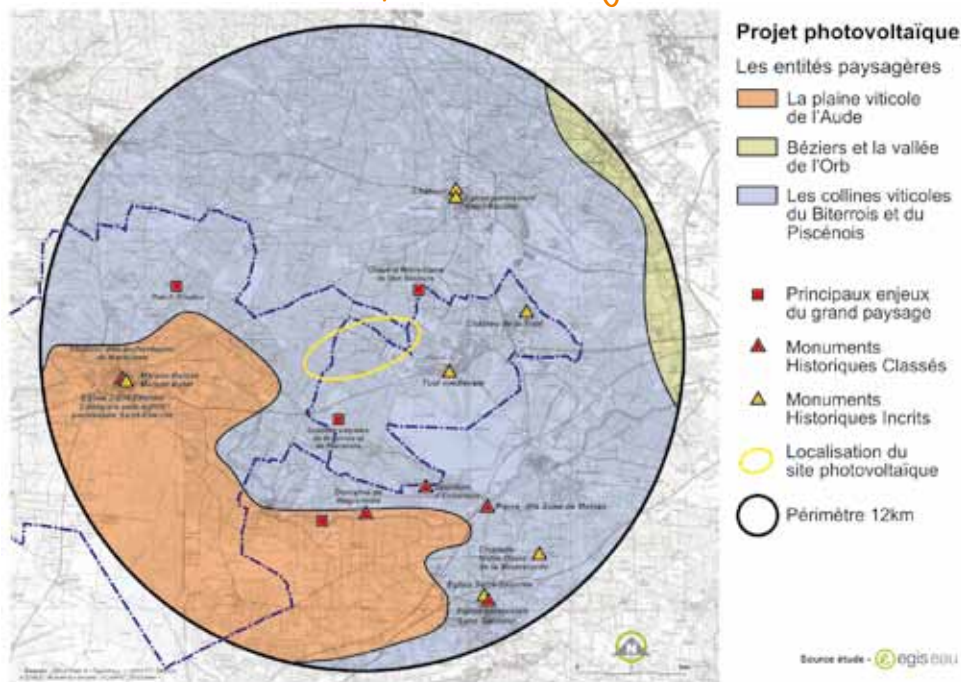
### L'analyse de l'état initial

L'analyse de l'état initial du paysage peut s'appuyer sur des documents existants (atlas des paysages et, le cas échéant, plan de paysage) sur l'aire d'étude. Elle peut s'inspirer de la méthodologie de l'atlas des paysages, en déroulant les séquences suivantes qui peuvent être menées simultanément.

### Définition de l'aire d'étude et identification des unités paysagères

L'aire d'étude correspond à la zone géographique dans laquelle le projet est potentiellement visible dans le paysage. Elle doit être définie en fonction des incidences potentielles attendues, des protections réglementaires existantes, de la configuration de la zone d'implantation et de sa sensibilité. Elle doit considérer les unités paysagères<sup>46</sup> qui seront affectées par le projet et ses variantes éventuelles. L'expérience montre que les installations sont généralement visibles distinctement dans un rayon de 3 km, au-delà duquel leur perception est celle d'un « motif en gris ». L'aire d'étude peut ainsi se décomposer en une zone proche et une zone plus éloignée (rayon de 3 à 5 km, voire plus large lorsque les caractéristiques du paysage le nécessitent). L'aire de l'étude doit être affinée dans chaque cas lorsque la configuration du relief environnant occasionne des points de vue sur le site depuis des hauteurs éloignées, ou lorsque les projets sont de grande envergure.

## CARTOGRAPHIE DES UNITÉS PAYSAGÈRES



<sup>46</sup> Les unités paysagères sont définies comme les paysages portés par des entités spatiales dont l'ensemble des caractères de relief d'hydrographie, d'occupation des sols, de formes d'habitat et de végétation présentent une homogénéité d'aspect. Elles se distinguent des unités voisines par une différence de présence d'organisation ou de forme de ces caractères.



### Localisation des sites et paysages institutionnalisés

Les sites et paysages institutionnalisés sont les monuments naturels, les sites, les paysages et les monuments historiques qui font l'objet de mesures de protections à divers titres. Ils doivent être recensés sur l'aire d'étude.

### Identification des paysages d'intérêt local

L'identification des paysages d'intérêt local consiste à repérer les paysages qui présentent pour la population des valeurs d'ordre symbolique affectif, esthétique ou présentent une valeur en raison de leur usage économique. La seule observation du terrain ne permet pas a priori de déceler les lieux investis de ces valeurs par les populations résidentes ou saisonnières (touristes). Afin de saisir les sensibilités locales au paysage, des enquêtes peuvent

être effectuées auprès d'échantillons représentatifs de la population concernée par le projet.

### Évaluation des dynamiques des paysages

Afin d'évaluer la dynamique des paysages, il convient de se reporter aux diverses cartes disponibles et aux informations issues des visites sur le terrain. Il s'agit de déterminer comment l'empreinte des activités humaines ou les facteurs du milieu physique ou naturel sont à l'origine des évolutions de l'espace. La connaissance des dynamiques à l'œuvre dans le paysage (tendances d'évolution, signes visibles, etc.) permet d'établir quelles seront les conséquences d'une intervention dans le milieu telle que l'implantation d'un projet photovoltaïque.

## IDENTIFICATION DES PAYSAGES D'INTÉRÊT LOCAL



Site industriel



Village et ruines (site classé)



Blocs granitiques (site classé)



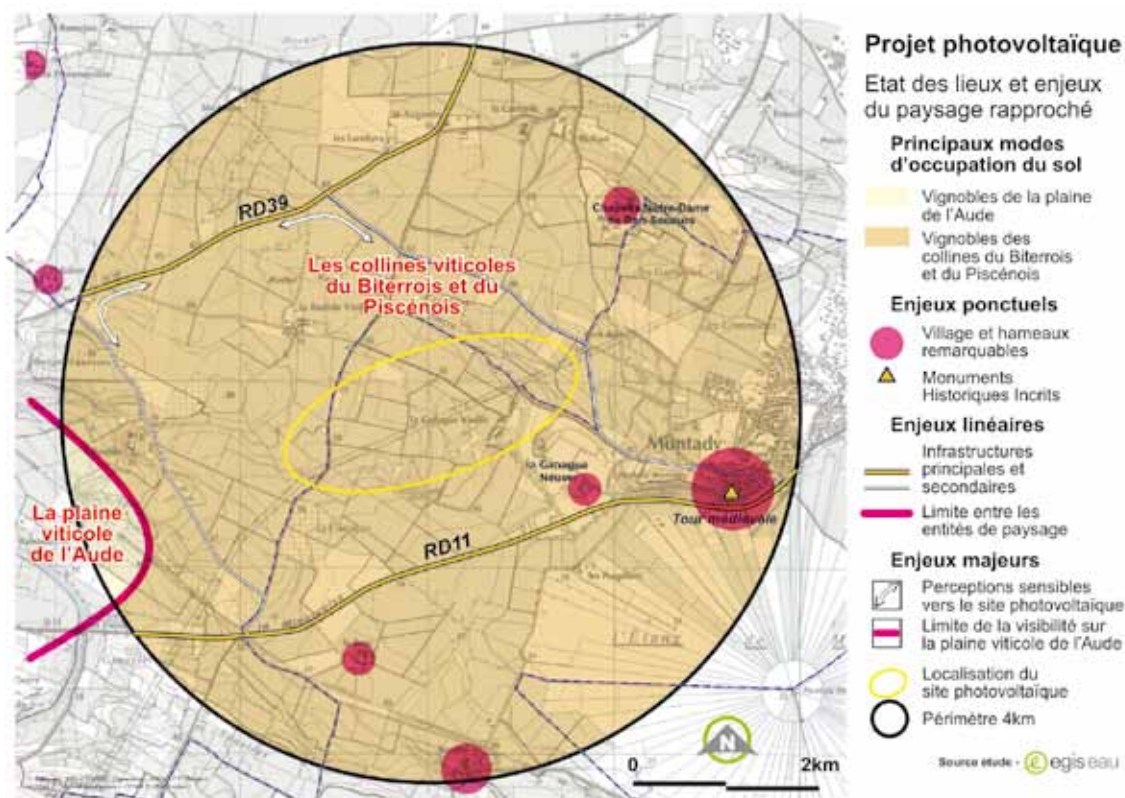
Château



Vallée (site inscrit)



## ÉTAT DES LIEUX ET ENJEUX DU PAYSAGE



### L'analyse des paysages à différentes échelles

Le tableau suivant présente la démarche d'analyse des paysages à l'échelle du territoire (éloignée) et à l'échelle du site (locale) et indique la nature des documents d'interprétation qui peuvent être élaborés dans le cadre de l'étude d'impact. Sont ensuite présentés quelques outils graphiques utiles pour l'analyse des paysages.

### Quelques outils graphiques pour illustrer le paysage

Le paysagiste dispose de plusieurs outils graphiques, comme les croquis, les blocs-diagrammes ou encore les coupes pour illustrer la construction et l'organisation du paysage à partir de l'analyse du relief, de la végétation, de la pression des activités humaines. Ces outils peuvent être utilisés séparément ou de manière complémentaire (voir illustrations pages suivantes).

#### Les croquis

Ils évoquent ce qui est essentiel dans la lecture d'un paysage par le graphisme, le trait et les couleurs employés. Ils permettent de matérialiser une notion subjective qui est celle d'ambiance paysagère. Les commentaires directement portés sur le croquis apportent des informations qui permettent de comprendre l'organisation du paysage.

### Le bloc paysager ou bloc-diagramme

Il permet de traduire et d'interpréter le contexte paysager<sup>47</sup>. Outre son intérêt pour l'étude d'impact, il est également utile au cours de la démarche projet :

- il permet de replacer le projet dans son contexte et, de ce fait, rappeler que les interactions avec le paysage doivent être prises en compte dès la conception du projet ;
- il accompagne l'évolution du projet et constitue un outil de négociation avec les acteurs locaux ;
- enfin, il constitue un support approprié pour présenter et expliquer le projet d'installations photovoltaïques au sol et son rôle dans la création du paysage contemporain. Il peut être utilisé pour présenter le projet au public, pendant son élaboration ou lors de l'enquête publique.

#### La coupe

Elle est représentative de la profondeur réelle du territoire et de ce qui est réellement perçu ou non (fond de vallée, coteau). Elle permet également de rendre compte de l'échelle du relief et des distances aux points de vue. La coupe doit se lire en parallèle d'un croquis qui décompose le paysage en plans paysagers, pour une meilleure compréhension de l'organisation du territoire étudié.

## La photographie

C'est un mode de représentation qui paraît familier et de mise en œuvre aisée. Or, la photographie représente le paysage en perspective, ce qui donne beaucoup d'importance au premier plan et au cadrage choisis. De plus, la photographie fixe un instant avec sa lumière particulière : dans le cadre d'une analyse du paysage il sera préférable de choisir une luminosité relativement neutre qui ne soit ni flatteuse, ni terne. Ceci étant, des séries de photographies, prises au même endroit et avec le même cadrage, constituent un outil très

efficace pour montrer l'évolution des projets réalisés et leurs impacts paysagers. Lors de la cessation de l'activité, le paysage peut avoir évolué : progression de la végétation, mutation des espaces périphériques, intégration des installations dans un paysage périurbain. Autant de changements qui peuvent être mis en évidence par des séries de photographies.

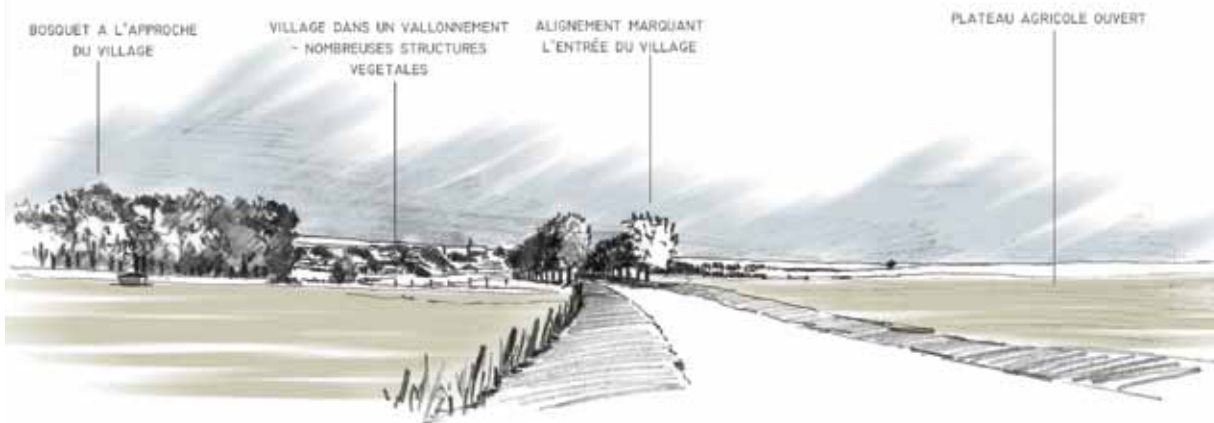
Celles-ci peuvent éventuellement être intégrées à une démarche d'observatoire photographique des installations photovoltaïques sur le territoire.

### ANALYSES DES PAYSAGES AUX ÉCHELLES TERRITORIALE ET LOCALE

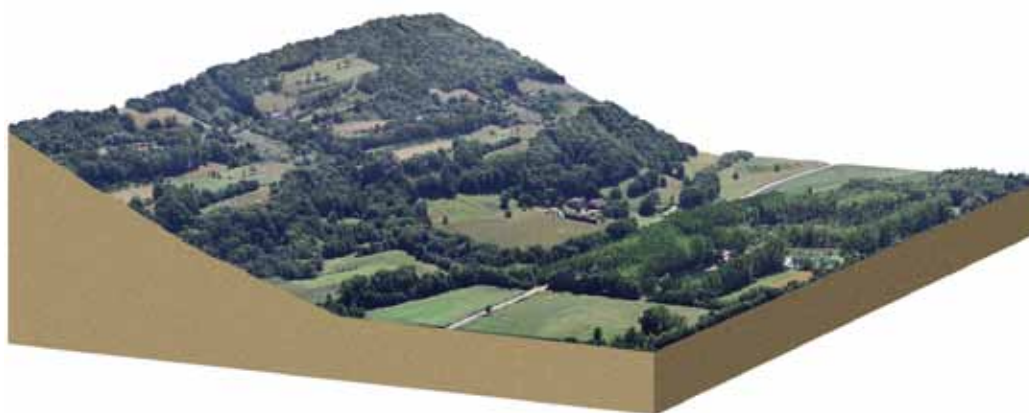
Analyse des paysages	Documents à élaborer (liste indicative)
<b>ÉCHELLE DU TERRITOIRE</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Mise en perspective du site dans son environnement physique, géographique et humain élargi permettant de visualiser les interactions possibles avec d'autres systèmes (agricoles, urbains...).</li><li>✓ Mise en évidence de la manière dont le site s'inscrit dans une logique de maillage, de trame ou de réseau (trame parcellaire, trame végétale, réseau hydraulique...).</li><li>✓ Identification et caractérisation des unités paysagères et de leur sensibilité.</li><li>✓ Caractérisation de la sensibilité visuelle du site (degré d'exposition du site à la vue à partir de lieux sensibles ou très fréquentés).</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Cartographie thématique exprimant la structure et l'occupation du territoire (relief, réseau hydraulique, réseau routier, implantations bâties, végétation...) :<ul style="list-style-type: none"><li>• plans à l'échelle du 1/25 000 au 1/5 000 ;</li><li>• blocs-diagrammes ;</li><li>• coupes paysagères à l'échelle territoriale situant le projet par rapport à des repères altimétriques.</li></ul></li><li>✓ Reportage photographique rendant compte des perceptions du site depuis l'extérieur (avec plan de repérage des photos) : perception depuis les zones d'habitat, les grandes infrastructures, certains sites à forte valeur identitaire, paysagère, patrimoniale, etc.</li><li>✓ Cartographie de la sensibilité visuelle du site, c'est-à-dire repérage des zones ou des points singuliers depuis lesquels la perception du site photovoltaïque impacte fortement le paysage.</li></ul>
<b>ÉCHELLE DU SITE (LOCALE)</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Compréhension du site dans sa réalité physique et spatiale (relief, lignes de forces, points de vue, végétation remarquable...) ainsi que dans son rapport avec l'environnement immédiat (perception rapprochée, accès, limites visuelles...).</li><li>✓ Composantes humaine, historique et culturelle du site :<ul style="list-style-type: none"><li>• occupation humaine (bâti, infrastructures, activités agricoles, etc.) ;</li><li>• patrimoine situé à proximité (y compris le petit patrimoine) ;</li><li>• usages locaux, parfois spontanés (sentiers, habitats, agriculture ou élevage...) ;</li><li>• lieux de culte, de mémoire.</li></ul></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Cartographie permettant de comprendre le site de l'intérieur et ses relations avec son environnement immédiat.</li><li>✓ Reportage photographique à proximité et depuis l'intérieur du site avec plan de repérage des photos.</li><li>✓ Plans à l'échelle du 1/5 000 au 1/1 000 et profils décrivant les différents états du site :<ul style="list-style-type: none"><li>• l'état initial du site (topographie, bâti, végétation à conserver...) ;</li><li>• le site en phase d'exploitation (adaptation au relief, préservation de la végétation, aménagements paysagers...) ;</li><li>• éventuellement le site après la remise en état.</li></ul></li><li>✓ Photomontages visualisant le site dans ses différents états : initial, chantier, exploitation et remise en état.</li></ul>

47 Bonneaud F., *Représentation et interprétation du paysage : outils pour observer, analyser, valoriser*, Coll. Apport Agriculture et Paysage, Juin 2009.

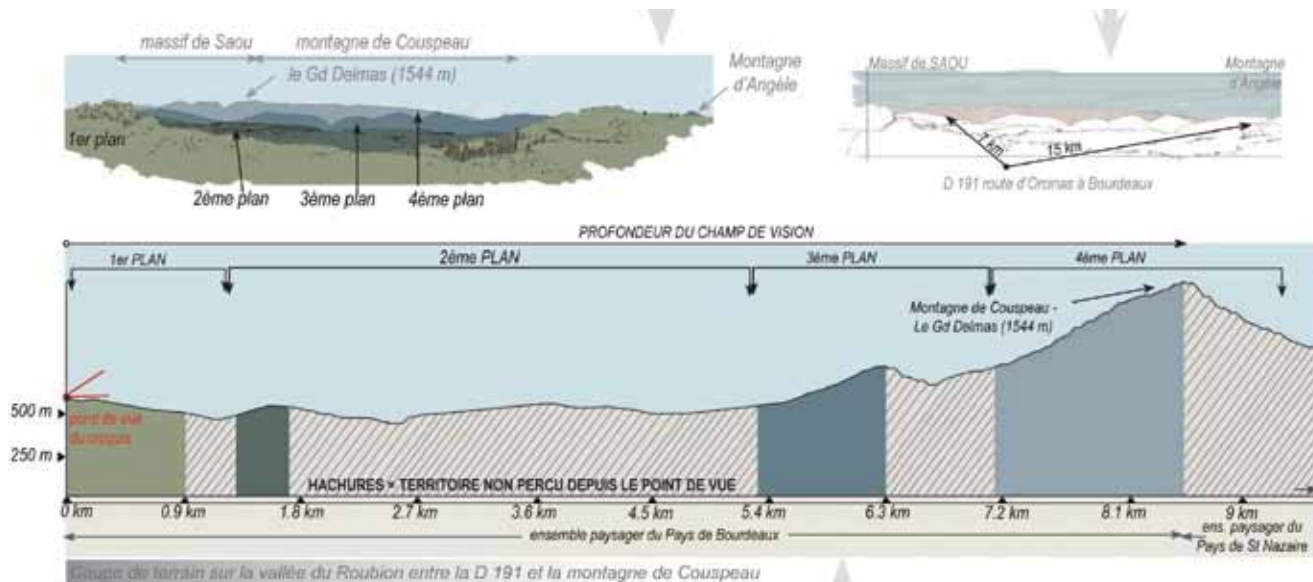
EXEMPLE DE CROQUIS PAYSAGER



EXEMPLE DE BLOC-DIAGRAMME



EXEMPLE DE COUPE





## L'analyse visuelle

L'analyse visuelle a pour objectif d'identifier les vues, panoramas, dégagements visuels et champs de visibilité à l'échelle du projet et des unités paysagères, pour ensuite évaluer comment ils seront affectés.

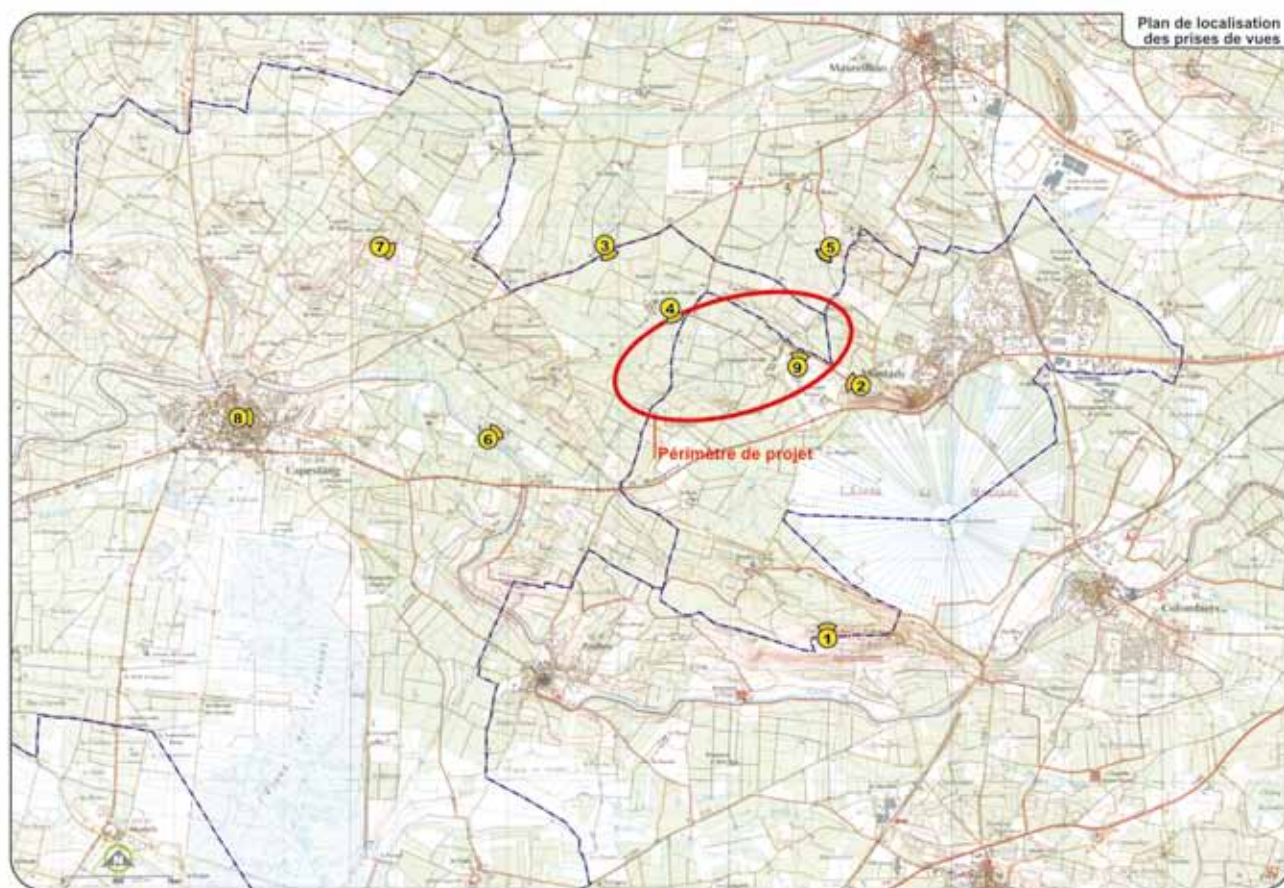
L'analyse devra exprimer les différents points de vue (au propre et au figuré) vécus ou perçus par les diverses catégories de riverains et d'usagers fréquentant le site et ses environs : habitants permanents ou saisonniers, automobilistes, usagers de l'espace urbain, périurbain ou usagers de l'espace rural à titre professionnel (agriculteurs) ou de loisirs (chasseurs, randonneurs pédestres ou équestres), voire utilisateurs de l'espace aérien (ULM, sports de vol libre).

L'analyse visuelle propose les secteurs géographiques ou les points d'observation d'où les changements du

paysage, sous l'effet du projet, seront les plus perçus ou vus et/ou les plus significatifs.

Les vues de l'état initial sont traduites par des photographies panoramiques, des croquis ou des coupes transversales offrant des perspectives sur les nouvelles installations photovoltaïques au sol. Les prises de vue devront tenir compte de certains paramètres qui peuvent, par leurs fluctuations, modifier très sensiblement les perceptions du paysage (modifications de la végétation selon les saisons, variations de la fréquentation humaine, etc.). Les champs de visibilité sont communément définis comme l'étendue des lieux qui s'offrent à la vue depuis un lieu identifié. D'une manière générale, plus le paysage est complexe et comporte de nombreux éléments, plus le champ de visibilité est limité. À l'inverse, plus le paysage est dépouillé et plus les champs de visibilité sont larges, comme par exemple sur un plateau dénué de végétation.

## REPÉRAGE DES POINTS DE VUE



Source : Egis Eau

## → LES ACTIVITÉS HUMAINES ET SOCIO-ÉCONOMIQUES

### Le cadre économique et les activités humaines

En fonction de l'importance du projet, il sera nécessaire dans l'analyse de l'état initial de décrire les activités économiques à l'échelle de la commune concernée ou du bassin économique (primaire, secondaire, et tertiaire), l'évolution démographique et la répartition de la population ainsi que l'évolution du territoire (à l'aide des documents d'urbanisme).

Les sources à mobiliser seront le recensement INSEE, le recensement général agricole (RGA), les rapports de présentation, les plans d'aménagement et de développement durable et les zonages des documents d'urbanisme.

Les activités de proximité qui pourraient être affectées directement ou indirectement par les installations feront l'objet d'une description plus précise, à partir d'enquêtes sur le terrain ou d'entretiens :

- habitat existant ou planifié ;
- activités agricoles et pastorales ;
- activités sylvicoles ou industrielles ;

- activités de loisirs, promenade à pied, à cheval ou en VTT, chasse, etc.

### L'occupation et les usages des sols

L'analyse de l'état initial décrit les usages du site retenu et leurs caractéristiques. Il s'agit par exemple de :

- l'usage agricole dans les conditions prévues par la circulaire ministère du Développement durable du 18 décembre 2009 ;
- l'usage industriel (ancienne carrière, friche industrielle, ancien centre d'enfouissement technique de déchets...) ;
- l'usage militaire (ancienne base militaire) ou civil (ancien aérodrome) ;
- l'usage forestier dans les conditions prévues par la circulaire ;
- l'usage lié à un périmètre de protection de la ressource en eau (alimentation en eau potable).

Pour chaque type d'usage du sol, il sera parfois nécessaire de réaliser des expertises complémentaires, en fonction des sites et des enjeux environnementaux. Les principaux résultats seront alors présentés dans le cadre de l'étude d'impact.



Ancienne carrière



PROPOSITIONS D'INFORMATIONS À FOURNIR SUR LES USAGES DES SOLS EN FONCTION DE LEUR NATURE

TYPE D'USAGE DU SOL	ÉTAT INITIAL DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT	
	Points spécifiques à mentionner dans l'étude d'impact	Expertises à réaliser
<b>AGRICULTURE</b> <sup>48</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Description des terrains, propriété</li> <li>✓ Exploitation des terres : typologie des exploitations, mode de faire valoir, système et type de productions, déplacements agricoles, perspectives de développement</li> <li>✓ Valeur agronomique des sols : type de sols, état, profondeur, pentes, cultures, rendements</li> <li>✓ Recherche d'espèces végétales messicoles<sup>49</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Expertise agro-économique</li> </ul>
<b>ANCIENNE CARRIÈRE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Type et mode d'exploitations passés</li> <li>✓ Historique du site</li> <li>✓ Stabilité des fronts de taille</li> <li>✓ Recherche d'espèces végétales et animales affectionnant les conditions rupestres (ex. : rapaces, reptiles...)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Expertise géotechnique</li> <li>✓ Expertise écologique</li> </ul>
<b>ANCIENNE DÉCHARGE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Type de déchets et mode d'exploitation passé</li> <li>✓ Historique du site</li> <li>✓ Devenir du site en l'absence du projet</li> <li>✓ Évolutivité de la décharge selon la nature des déchets</li> <li>✓ État de pollution actuel des sols et risques sanitaires pour les futurs usagers du site</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Expertise géotechnique</li> <li>✓ Expertise rudologique<sup>50</sup></li> <li>✓ Diagnostic de l'état du sous-sol</li> <li>✓ Évaluation des risques sanitaires pour les futurs usagers du site<sup>51</sup></li> </ul>
<b>FRICHE INDUSTRIELLE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Historique du site</li> <li>✓ Devenir du site en l'absence du projet</li> <li>✓ État de pollution actuel des sols et risques sanitaires pour les futurs usagers du site</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Expertise géotechnique</li> <li>✓ Diagnostic de l'état du sous-sol</li> <li>✓ Évaluation des risques sanitaires pour les futurs usagers du site<sup>52</sup></li> </ul>
<b>PLANTATION FORESTIÈRE</b> <sup>48</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Type et mode d'exploitation</li> <li>✓ Historique du site</li> <li>✓ Devenir du site en l'absence du projet</li> <li>✓ Caractéristiques pédologiques</li> <li>✓ Importance du site dans l'économie locale et la foresterie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Expertise pédologique</li> <li>✓ Bilan carbone</li> <li>✓ Expertise agro-économique</li> </ul>
<b>PÉRIMÈTRE DE PROTECTION D'UNE RESSOURCE EN EAU</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Caractéristiques de l'aquifère et de la ressource en eau (débits de prélèvements)</li> <li>✓ Description des périmètres de protection (rapproché, éloigné) et des prescriptions</li> <li>✓ Paramètres de qualité de la ressource</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Expertise hydrogéologique</li> <li>✓ Expertise agro-économique (si les terrains sont autorisés à un usage agricole comme l'élevage)</li> </ul>

<sup>48</sup> Dans les conditions prévues par la circulaire ministère du Développement durable du 18 décembre 2009.

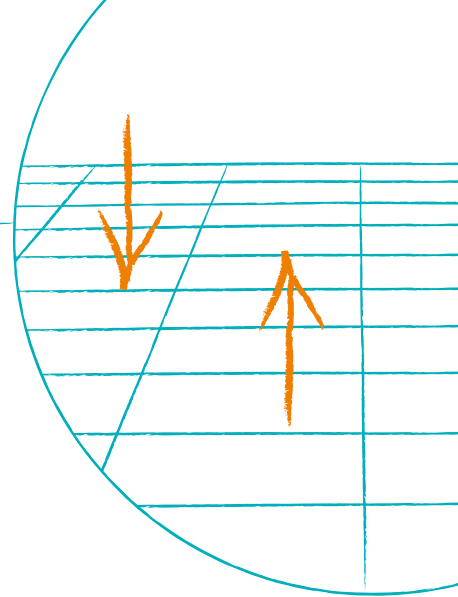
<sup>49</sup> Les plantes messicoles sont des plantes annuelles qui poussent dans les espaces cultivés. Ce sont généralement des indicateurs de qualité écologique (avifaune, insectes).

<sup>50</sup> Étude des déchets.

<sup>51</sup> Évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS).

<sup>52</sup> Évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS).

# ANALYSE DES EFFETS DU PROJET



## ARTICLE R.122-3 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

L'étude d'impact présente « Une analyse des effets directs et indirects, temporaires et permanents du projet sur l'environnement, en particulier sur la faune et la flore, les sites et paysages, le sol, l'eau, l'air, le climat, les milieux naturels et les équilibres biologiques, sur la protection des biens et du patrimoine culturel et, le cas échéant, sur la commodité du voisinage (bruits, vibrations, odeurs, émissions lumineuses) ou sur l'hygiène, la santé, la sécurité et la salubrité publique. »

L'analyse des effets est la phase essentielle de l'évaluation. Elle consiste à établir finement les conséquences positives et négatives du projet sur l'environnement pour s'assurer qu'il est globalement acceptable.

Cette analyse aide le maître d'ouvrage à conduire son projet par ajustements successifs lui permettant de supprimer certains effets à la source et de prévoir les mesures pour réduire les effets résiduels ou, à défaut, les compenser. La démarche consiste à identifier et caractériser les effets, les évaluer (c'est-à-dire les traduire en impacts) et les hiérarchiser, afin de proposer par la suite les mesures appropriées.



## ANALYSE DES EFFETS SUR L'EAU ET LES SOLS

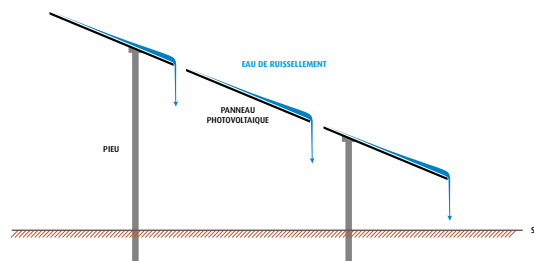
Les modules et leurs supports peuvent constituer un obstacle à l'écoulement des eaux. Selon leurs caractéristiques, il convient d'apprécier s'ils sont de nature à :

- modifier les écoulements pluviaux et avoir indirectement une action érosive sur le sol ;
- contribuer à imperméabiliser les sols (selon les systèmes de fixation au sol ou les fondations) ;
- constituer un obstacle à l'écoulement des eaux s'ils sont implantés dans une zone inondable (voir paragraphe sur les risques naturels).

## Modification des écoulements et effets sur l'érosion des sols

L'écoulement des eaux de pluie sur les modules peut concentrer l'eau vers le bas des panneaux et provoquer une érosion du sol à l'aplomb de cet écoulement. Il est important d'éviter ce risque d'érosion et d'assurer une répartition homogène de l'écoulement des eaux de pluie sur le sol. Afin de répartir le ruissellement sur les panneaux, les modules qui les constituent peuvent être légèrement espacés.

## ILLUSTRATION DE L'EFFET DES MODULES SUR L'ÉCOULEMENT DES EAUX DE PLUIE



## Imperméabilisation partielle des sols

Les fondations des panneaux peuvent entraîner une légère imperméabilisation des sols. Les semelles en béton présentent une empreinte au sol beaucoup plus importante que les fondations de type pieu (qui sont des tubes métalliques enfoncés ou vissés dans le sol). Les taux d'imperméabilisation attendus, quels que soient les types de fondations, sont généralement négligeables.

### EXEMPLE D'IMPERMÉABILISATION PARTIELLE DES SOLS POUR UNE INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE SELON LE TYPE DE FONDATIONS

Une installation photovoltaïque est par exemple implantée sur un terrain de 60 ha. Elle comprend 5 600 panneaux, chaque panneau supportant 45 modules par l'intermédiaire de 6 fondations, soit au total 33 600 fondations.

#### Fondation par pieux

La surface d'imperméabilisation du sol d'un pieu étant de 12 cm<sup>2</sup>, les 33 600 pieux représentent une surface totale d'imperméabilisation d'environ 40 m<sup>2</sup>. Le taux d'imperméabilisation est tout à fait négligeable, car inférieur à 0,007 %.

#### Fondation par semelles en béton

Avec des semelles béton de 0,60 m x 0,30 m, la surface imperméabilisée atteint 6 050 m<sup>2</sup>, soit un taux d'imperméabilisation de 1 %.

#### Éléments annexes

À l'imperméabilisation due aux fondations, il faut ajouter l'imperméabilisation causée par les stations de conversion d'énergie que sont les onduleurs et les transformateurs.

Pour 15 stations d'une superficie unitaire d'environ 20 m<sup>2</sup>, la surface imperméabilisée s'élève à 300 m<sup>2</sup> supplémentaires, soit un taux d'imperméabilisation de 0,05 %.

Dans le cas des fondation en béton, le taux d'imperméabilisation total s'élève donc à 1,05 %, ce qui ne représente pas une surface significative à l'échelle du projet.

## → ANALYSE DES EFFETS SUR LES RISQUES NATURELS

Les risques naturels peuvent contraindre le projet. L'étude d'impact doit montrer comment le projet intègre ces risques dans sa conception et démontrer qu'il ne les aggrave pas, c'est-à-dire que le projet n'expose pas davantage les biens et les personnes au risque naturel et n'augmente pas leur vulnérabilité.

### Risque d'inondation

Lorsqu'il existe un risque d'inondation sur la zone de projet, l'étude d'impact devra démontrer que le projet :

- est situé en dehors des zones d'aléa fort : d'une part, les inondations peuvent dégrader l'installation et, d'autre part, l'installation peut, par un effet d'embâcle, provoquer une surinondation en amont ;
- n'aggrave pas le risque de dépassement de la cote de la crue de référence en amont et en aval, dans les zones d'aléas faible et moyen (sur la base d'une expertise hydraulique pouvant inclure une modélisation numérique).

### Risque de feux de forêts

Lorsqu'un risque de feux de forêt est connu sur la zone, l'étude d'impact devra démontrer que le projet :

- est situé en dehors des zones rouges d'un PPR incendie et, pour les communes non couvertes par un PPR, est situé en dehors des secteurs soumis à des aléas forts à très forts ;
- n'aggrave pas les risques incendie dans les zones d'aléa moyen. Par exemple, des moyens de protection (débroussaillage) et de sécurisation des installations électriques peuvent être mis en place.

Les mêmes principes s'appliquent le cas échéant pour d'autres risques : éboulements, avalanches, etc.

## → ANALYSE DES EFFETS SUR LES MILIEUX NATURELS, LA FLORE ET LA FAUNE

La pertinence de l'évaluation des effets sur les milieux naturels, la flore et la faune dépend directement de la qualité de l'analyse de l'état initial de l'étude d'impact. En plus des effets généraux rencontrés dans toutes les installations photovoltaïques au sol, décrits ci-après, l'évaluation ne doit pas omettre des impacts qui peuvent être associés à un contexte particulier local (par exemple, la présence d'une mare).

La démarche recommandée consiste à identifier et à quantifier dans la mesure du possible les effets sur une échelle de valeurs.

### Identification et quantification des effets sur les milieux naturels, la flore et la faune

Une installation photovoltaïque au sol est susceptible de présenter des impacts durant la phase de chantier, la phase d'exploitation et lors du démantèlement et de la remise en état du site. Les effets doivent donc être recensés au cours de toutes les opérations liées à ces trois phases du projet. Il s'agit par exemple de :

- la destruction ou la création d'habitats naturels ;
- la perturbation ou le dérangement de la faune ;
- la création, le maintien ou l'interruption d'un corridor écologique ;
- la réouverture d'espaces, etc.

L'évaluation des effets doit se décliner pour chaque habitat naturel et chaque groupe faunistique. Cette démarche qualitative nécessite des compétences d'expertise. En effet, si les impacts directs sont généralement évidents (modification des habitats naturels, perturbation ou dérangement de la faune), les impacts indirects sont généralement plus difficiles à repérer, dans la mesure où ils découlent d'une réaction en chaîne et traduisent la réponse des espèces à la modification de leurs habitats. Une fois identifié, chaque effet doit être quantifié dans la mesure du possible. Pour les habitats naturels, il s'agit par exemple d'évaluer le pourcentage de l'habitat impacté, le nombre de stations d'espèces végétales touchées. Cependant, une telle évaluation est moins aisée à réaliser pour les groupes faunistiques.

## LES CONNAISSANCES ACTUELLES SUR LES EFFETS DUS AU FONCTIONNEMENT DES INSTALLATIONS SUR LA FAUNE (OISEAUX, INSECTES)

Plusieurs études ont été menées pour évaluer les perturbations du comportement de certaines espèces dues aux installations photovoltaïques. Il est souvent argué que des oiseaux aquatiques ou limicoles pourraient prendre les modules solaires pour des surfaces aquatiques en raison des reflets et essayer de s'y poser. Les observations faites sur une installation photovoltaïque au sol de grande envergure à proximité immédiate du canal Maine-Danube et d'un grand bassin de retenue occupé presque toute l'année par des oiseaux aquatiques n'ont révélé aucun indice d'un tel risque de confusion<sup>53</sup>. On a pu en revanche observer des oiseaux aquatiques tels que le canard colvert, le harle bièvre, le héron cendré, la mouette rieuse ou le cormoran en train de survoler l'installation photovoltaïque. Aucun changement dans la direction de vol (contournement, attraction) n'a été observé.

Les connaissances manquent cependant concernant les effets de la lumière polarisée sur les insectes aquatiques. Une étude publiée en 2009 sur ce sujet<sup>54</sup> cite plusieurs exemples où les surfaces artificielles lisses et sombres – carrosseries des voitures, routes asphaltées, façades d'immeubles en verre, panneaux photovoltaïques ou films de plastique utilisés pour les serres agricoles – polarisent la lumière et sont donc confondues par les insectes avec des surfaces aquatiques. Selon cette étude, de telles surfaces perturberaient l'alimentation, la reproduction ou l'orientation de plusieurs espèces d'insectes. L'impact est donc suspecté mais des études complémentaires sont nécessaires pour le confirmer.

### Hiérarchisation des effets sur les milieux naturels, la flore et la faune

La hiérarchisation des effets consiste à mettre en évidence le ou les effets les plus importants. Cela permet par la suite de choisir des mesures proportionnées à l'ampleur de l'effet qui doit être supprimé, réduit ou compensé. Pour chaque élément relatif au milieu naturel, à la faune ou à la flore qui subit un effet du projet, il est nécessaire d'évaluer :

- sa valeur patrimoniale ;
- sa sensibilité aux perturbations ;
- la nature de l'effet (destruction directe, fragmentation de l'habitat, obstacle aux déplacements...);

- la durée (temporaire ou permanente) ;
- le type d'effet (direct ou indirect) ;
- l'importance de l'effet sur la population concernée et sur la population locale ou régionale ;
- les capacités de régénération ou d'adaptation de l'habitat ou de l'espèce considéré.

Une fois établies les mesures de suppression et réduction, il convient de mener une nouvelle analyse pour apprécier l'importance résiduelle de chacun des effets. Un différentiel peut alors être établi entre la nature et l'importance des effets avant et après les mesures, illustré par le tableau suivant. Une telle analyse permet surtout de s'assurer que les mesures sont appropriées.

<sup>53</sup> Ministère du Développement durable, DGEC, *Guide sur la prise en compte de l'environnement dans les installations photovoltaïques au sol : l'exemple allemand*, janvier 2009. Disponible sur [www.developpement-durable.gouv.fr](http://www.developpement-durable.gouv.fr), rubrique « Énergie et climat »

<sup>54</sup> Horváth G. et al., *Polarized light pollution : a new kind of ecological photopollution*. *Frontiers in Ecology and the Environment*, vol. 7, 2009. Disponible sur [www.esajournals.org](http://www.esajournals.org)

## IMPACTS RÉSIDUELS APRÈS APPLICATION DES MESURES DE RÉDUCTION

Effet initial et importance	Mesures de suppression (S) et de réduction (R)	Effet résiduel et importance
<b>EFFETS TEMPORAIRES</b>		
Dérangement des espèces animales pendant la phase travaux	Choix d'une période de travaux adaptée (S)	Faible
Nuisances engendrées par les travaux	Respect des emprises délimitées, choix de la localisation base travaux, etc. (R)	Faible
<b>EFFETS PERMANENTS</b>		
Création d'un nouvel habitat naturel		Positif
Renforcement d'un corridor écologique		Positif
Destruction d'habitats naturels non patrimoniaux	Aucune mesure possible	Faible
Destructions d'espèces végétales remarquables	Maintien de l'habitat (S) par la modification du projet Respect des emprises délimitées (R)	Nul
Destruction d'habitats d'espèces	idem	Nul
Perte de territoire de prospection	Aucune mesure possible	Faible

### Intensité de l'effet

Fort

Modéré

Faible

Nul

### → ANALYSE DES EFFETS SUR LE PAYSAGE

#### Principes généraux de l'analyse paysagère

Les installations photovoltaïques sont perçues dans le paysage par diverses caractéristiques qui sont autant d'éléments à considérer dans l'aménagement d'un nouveau paysage :

- l'emprise des installations ;
- la géométrie, la taille, la hauteur, la densité, la couleur et la brillance des modules ;
- l'implantation des panneaux par rapport à la topographie du site (plaines, pentes vallonnées) et à

l'occupation du sol (terres agricoles, espaces boisés, végétation naturelle) ;

- les dépendances de l'installation (voies d'accès, clôture, bâtiment de l'ondeur, etc.).

L'étude d'impact devra s'attacher à expliquer la démarche de projet de paysage qui a été celle du porteur de projet, c'est-à-dire comment la conception du projet prend en compte le paysage existant et, dans un deuxième temps, quels sont les effets visuels qui en résultent. L'étude d'impact, lors de l'analyse de l'état initial, doit d'abord considérer le contexte paysager dans lequel s'inscrit le projet puis montrer comment le projet est conçu en fonction de cet état initial.



## Le projet paysager : concevoir le projet en fonction de l'état initial

### Dans un contexte déjà urbanisé ou marqué par des activités industrielles

Dans une zone d'activités ou une zone industrielle, l'intégration des équipements photovoltaïques relève davantage d'un projet architectural, sans qu'il y ait d'impact significatif. *V. exemples 1 et 2*

### Dans un site à vocation naturelle ou agricole

Dans un site à vocation naturelle ou agricole<sup>55</sup>, implanter une installation photovoltaïque s'affirme comme un geste fort et doit être assumé en tant que tel dans le paysage en lui offrant une lecture qui apporte une plus-value. Pour concevoir le projet, il est possible de s'inspirer de la capacité des éléments modulaires des installations photovoltaïques à générer un effet graphique fort dans le paysage, mettant en scène une série d'objets dont le rythme donne une échelle de perception nouvelle dans un paysage ouvert. *V. exemple 3*

### Travailler la conception de l'installation

→ **Les rapports d'échelle** entre les installations photovoltaïques (surface, répartition des panneaux) et le paysage (unités, limites, morcellement) sont un élément pour définir les dimensions des installations. Concernant la topographie, s'en tenir à la simple implantation géométrique des panneaux plein sud en investissant en totalité la parcelle pressentie est une réponse trop sommaire. Les panneaux peuvent être implantés de manière à donner un rythme très perceptible dans le paysage et aider la lecture de la

topographie dans le sens des situations et ambiances locales. *V. exemple 4*

→ **La taille des équipements** et la nature des matériaux influent sur la conception du projet paysager.

En effet, la taille des panneaux et leur inclinaison peuvent modifier leur perception depuis un point éloigné ou un point rapproché. La hauteur totale des panneaux peut aller jusqu'à 3 m au dessus du sol.

*V. exemple 5*

→ **Les matériaux des panneaux** (modules et structures porteuses) peuvent également avoir des conséquences sur la perception générale des installations, de loin et surtout de près. Chaque détail compte : la qualité des assemblages des panneaux, les types de matériaux utilisés pour la structure porteuse (bois, métal, béton), l'entretien à apporter aux délaissés entre les rangées de panneaux. *V. exemple 6 et 7*

### Prendre en compte la perception selon l'angle de vue

Les réponses paysagères ne doivent pas omettre que, selon l'angle de vue, la perception des installations est très différente. Ainsi, l'envers et les vues latérales des panneaux sont à considérer avec attention.

Du côté de la surface active des modules solaires, les panneaux et les rangées de panneaux fusionnent avec l'éloignement de l'observateur et deviennent indiscernables. Les installations prennent alors la forme d'une surface plus ou moins homogène en nature et en couleur. Du côté de la face passive, les supports des modules sont les éléments qui attirent le regard sur les premiers plans.

*V. exemple 8*

Les vues latérales sont aussi à considérer en fonction du degré d'ouverture du paysage. *V. exemple 9*



La zone d'activités contient de nombreux objets de différentes échelles. Les formes géométriques des installations photovoltaïques proposent une unité ordonnée là où le regard subit un envahissement visuel permanent.

<sup>55</sup> Dans les conditions définies par la circulaire ministère du Développement durable du 18 décembre 2009.

2



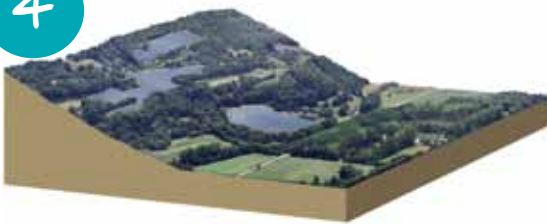
Les installations photovoltaïques sont construites en continuité avec un poste de distribution électrique. Elles viennent conforter la vocation énergétique du site. Le positionnement des panneaux dans une zone de faible altimétrie permet de conserver les vues sur les massifs collinaires boisés depuis les points de vue environnants.

La composition générale du projet cherche à épouser étroitement le parcellaire agricole en maintenant les lignes de force du paysage : le coteau à droite et les boisements en fond de plan. Les vues sur les éléments marquants du paysage sont conservées : le coteau et sa ligne de crête, le village derrière le massif boisé. Ainsi, l'observateur riverain garde ses repères essentiels et habituels dans le paysage.



3

4



Les installations s'adaptent aux formes des parcelles.

6



Dans ce parc photovoltaïque, l'assemblage soigné des panneaux, l'absence d'encadrements apparents des modules, la transparence des structures porteuses, le recours à des fondations légères sur pieu, l'alternance des panneaux avec les bandes enherbées entretenues rendent ces installations légères et contemporaines. On les comparera à la rangée de modules installée dans une zone d'activités banalisée (voir exemple 1) qui présente un aspect plus massif du fait de ses fondations apparentes et de ses structures porteuses plus importantes.

5



La taille des panneaux peut aller jusqu'à environ 3 m au-dessus du sol.

7



La transparence des structures porteuses, le soin apporté au montage, les délaissés enherbés, la ligne de rupture médiane en diagonale, la clôture minimaliste participent également à l'ambiance paysagère du site.

8



Vues d'une même installation, des deux côtés (surface active et surface passive). Du côté de la surface active, les rangées de panneaux fusionnent progressivement. Cette perception est accentuée par la faible hauteur des panneaux et leur faible espacement. Lorsque l'installation est vue du côté de la face passive, la perception des premiers plans est influencée par la nature des structures porteuses des modules. L'éloignement joue également son rôle en fusionnant les rangées de panneaux, mais la gamme de couleurs perçue peut varier selon les matériaux utilisés en tant que supports.

9



Les installations vues latéralement constituent une ligne de force dans le paysage qui rompt la monotonie de la plaine céréalière.

### LE PROJET DE PAYSAGE : QUELQUES ÉCUEILS À ÉVITER

- Le camouflage ou la dissimulation consistent à profiter de la morphologie du terrain pour minimiser l'effet visuel ou à isoler les installations avec des plantations telles que des haies. Les installations ne sont dès lors plus considérées comme un élément de paysage à part entière mais comme un objet qu'il serait possible de dissimuler dans un paysage décor.
- Le pastiche concerne le traitement architectural (des postes de transformation par exemple), en s'inspirant d'éléments architecturaux ou paysagers typiques dans le but de les confondre avec leur environnement.
- L'esthétisme recherche une composition artistique de l'installation. Même s'il existe une similitude de formes entre l'objet technologique représenté par le panneau solaire et l'objet artistique (voir par exemple les panneaux transparents de l'artiste américain Dan Graham), il faut cependant se garder de penser le panneau comme une œuvre en soi et éviter toute mise en situation artistique.
- L'alibi de l'acceptabilité environnementale du projet revient à considérer que le respect de la biodiversité et des écosystèmes garanti par l'étude d'impact suffit pour attester de l'intégration dans le paysage. L'étude d'impact ne doit pas présenter de déséquilibre entre études naturalistes et études paysagères, mais au contraire proposer une analyse qui considère l'ensemble des enjeux.



## Quelques méthodes pour apprécier les modifications du paysage

Les modifications relatives au paysage peuvent être évaluées à l'aide de plusieurs méthodes complémentaires, parmi lesquelles figurent les photomontages, les cartes de soumission à la vue et les enquêtes sociologiques.

Le paysagiste choisira une ou plusieurs méthodes, en fonction de l'importance des enjeux relatifs au paysage et du degré d'acceptabilité sociale du projet.

### Les photomontages

Le photomontage est un moyen technique de représentation des projets qui est immédiatement compréhensible par le lecteur et/ou l'observateur. Les photomontages rendent une vision assez fidèle de l'impact visuel des installations photovoltaïques depuis un point précis d'observation situé à proximité des installations. Cependant, au-delà d'une distance de 3 à 5 km, la représentation par photomontage est rendue plus délicate en raison de la difficulté à représenter le « motif gris » généralement perçu à cette distance.

Par ailleurs, les photomontages présentent plusieurs limites. Le résultat du photomontage doit tout d'abord être relativisé en fonction des conditions de luminosité et de météorologie. En effet, l'aspect d'un même lieu change à différents moments de l'année et en fonction de la météorologie (ciel couvert, beau temps dégagé, conditions de brumes matinales). L'impact visuel d'un projet pourra donc dans la réalité se révéler plus ou moins fort en fonction de l'heure de la journée, de la couverture nuageuse ou de la nébulosité au moment de la prise de vue. Compte tenu de la difficulté à utiliser une grande panoplie de photos pour un seul lieu, il est possible de privilégier une luminosité forte afin de représenter par

le photomontage un impact visuel maximum. Le photomontage ne restitue donc pas toutes les conditions réelles d'observation.

On notera ensuite que l'évaluation de la profondeur de champ que produit la vision humaine est impossible sur une photographie. De plus, certaines caractéristiques particulières des installations photovoltaïques au sol ne peuvent être restituées, comme les effets de miroitement ou de réflexion des rayons lumineux, même s'ils ne se produisent que de manière anecdotique à l'échelle d'une journée.

Enfin, la définition des moyens de reproduction (photographie et impression) n'est pas suffisante pour restituer fidèlement les installations éloignées. Par conséquent, il devient très difficile du point de vue technique de réaliser un photomontage d'une installation située à plus de 5 km. La méthodologie pour réaliser les photomontages est la suivante :

- définir les points de prise de vue par rapport au projet ;
- réaliser les prises de vue sur le terrain ;
- assembler les images pour obtenir une vue panoramique ;
- récupérer le modèle graphique du panneau photovoltaïque (photographie, dessin) ;
- détourer et assembler l'image du panneau ;
- calculer sur l'image les distances de prises de vue et les dimensions des panneaux ;
- caler le projet par rapport aux repères de prise de vue ;
- insérer l'image des panneaux sur le panoramique, en l'adaptant à la perspective, en fonction du nombre d'éléments, de la luminosité et de la couleur ;
- créer les premiers plans et des arrière-plans, ajouter des voiries et des clôtures, de la végétation ;
- insérer les images dans le document de présentation.

### L'ANGLE DE PRISE DE VUE POUR LES PHOTOMONTAGES

La vision humaine est divisée en plusieurs zones, dont la vue centrale et la vue périphérique. La vue centrale couvre environ 45° et est sensible aux couleurs et aux formes. Si nous pouvons aisément décrire les objets situés dans cette zone, notre capacité de discernement maximale est limitée à un angle d'environ 1° (ce discernement décroît d'environ 25 % par tranche de 5°). La vue périphérique étend la vision jusqu'à 120°. Si elle ne permet pas de décrire avec précision les objets situés dans cette zone, sa sensibilité aux mouvements permet d'attirer l'attention de l'observateur. Compte tenu de la limitation du champ visuel et pour être au plus près des conditions réelles (pas de déformations dues au montage panoramique), il est recommandé de présenter les photomontages par secteur de 60°.

## MÉTHODOLOGIE DE RÉALISATION DES PHOTOMONTAGES POUR LES INSTALLATIONS PHOTOVOLTAÏQUES AU SOL (VUES PROCHES)



Définition des points de prise de vue par rapport au projet



Déplacement sur le terrain et prises de vue



Assemblage des images pour obtenir une vue panoramique



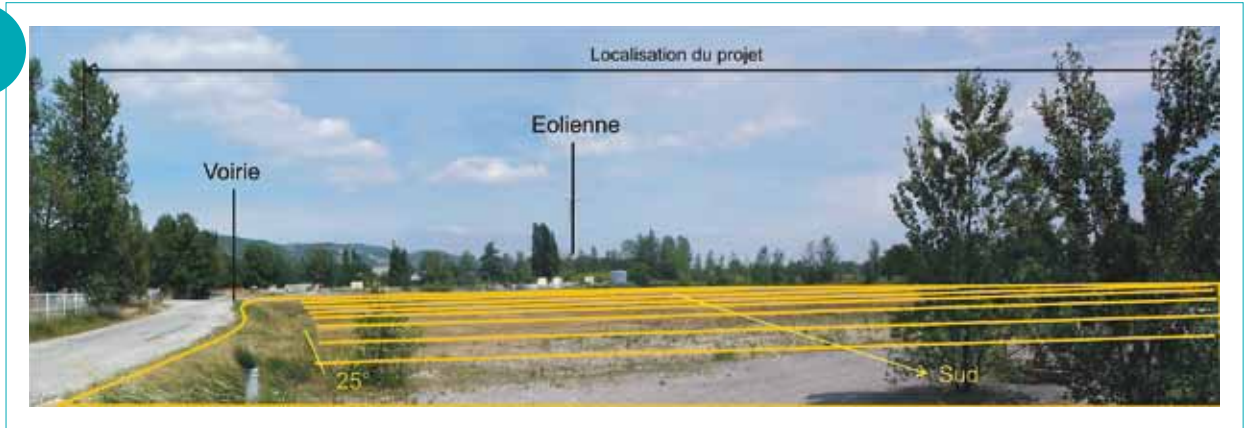
Récupération du modèle de panneaux photovoltaïques



Détourage de l'image et assemblage



6



Calcul des distances de prise de vue et prise en compte des caractéristiques des panneaux

7



Calage du projet par rapport aux points de repère de la prise de vue

8



Insertion de l'image sur le panoramique, adaptation à la perspective de vue, adaptation du nombre d'éléments, de la luminosité, de la couleur

Création des premiers plans et arrière-plans, ajout des voiries et clôtures, reprise de la végétation

9



10

Mise en forme des images dans le document de présentation

PHOTOMONTAGES EN VUE RAPPROCHÉE

EX.1



Vue depuis le sud ouest du projet



Photomontage du projet - état après aménagement

EX.2



Vue depuis l'entrée ouest du site de projet

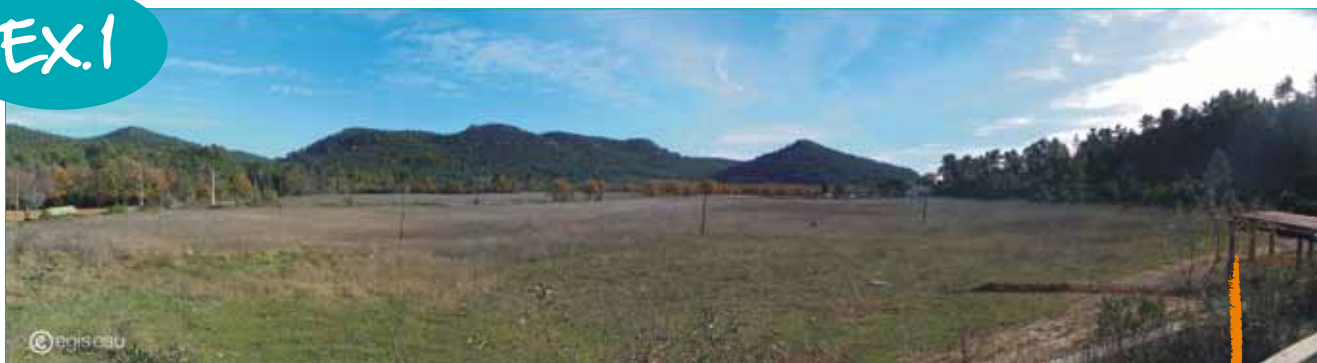


Photomontage du projet - état après aménagement



PHOTOMONTAGES EN VUE À MOYENNE DISTANCE ET ÉLOIGNÉE

EX.1



Vue depuis le parking situé au sud ouest du projet



Photomontage du projet - état après aménagement

EX.2



Vue depuis la piste située à l'est du site de projet, au point de la piste offrant la meilleure visibilité



Photomontage du projet - état après aménagement

### Les cartes de soumission à la vue

La carte de soumission à la vue présente les endroits depuis lesquels les installations photovoltaïques au sol seront visibles. Cette carte est réalisée à l'aide d'un modèle naturel de terrain, idéalement un modèle numérique de surface (cf. encadré). La soumission à la vue des installations photovoltaïques est ensuite superposée

avec la soumission à la vue des sites identifiés dans l'état initial comme d'intérêt paysager. Cette intersection met en évidence des zones d'intervisibilité des installations photovoltaïques avec les sites d'intérêt paysager, c'est-à-dire les zones depuis lesquelles un même observateur pourra percevoir à la fois l'installation et le patrimoine protégé.

### QUEL MODÈLE NUMÉRIQUE UTILISER ?

Le modèle naturel de terrain (MNT) est bâti sur une base de donnée de type IGN BD alti (un point tous les 50 m). Cette méthode est plus adaptée pour les projets éoliens que pour les projets photovoltaïques, en raison de la taille des éoliennes qui peuvent être modélisées en trois dimensions (x, y, z).

Pour les installations photovoltaïques, qui occupent une surface compacte et ne dépassent pas quelques mètres de hauteur, l'utilisation d'un modèle numérique de surface (MNS) est donc recommandée. Les MNS sont des modèles altimétriques topographiques de la surface de la terre fournissant un cadre de référence géométriquement correct au-dessus duquel d'autres couches de données peuvent être placées. Les données MNS comprennent constructions, végétation et routes, ainsi que les caractéristiques naturelles du terrain.

Le MNS comporte des mesures altimétriques qui sont disposées sur une grille. Ces mesures sont réalisées à l'aide de radars situés sur un avion équipé de systèmes IFSAR (cartographie numérique par radar interférométrique à synthèse). Les signaux rebondissent sur la première surface qu'ils rencontrent, ainsi le MNS représente tout objet assez grand pour entrer dans la maille de résolution du système.

### L'étude sociologique

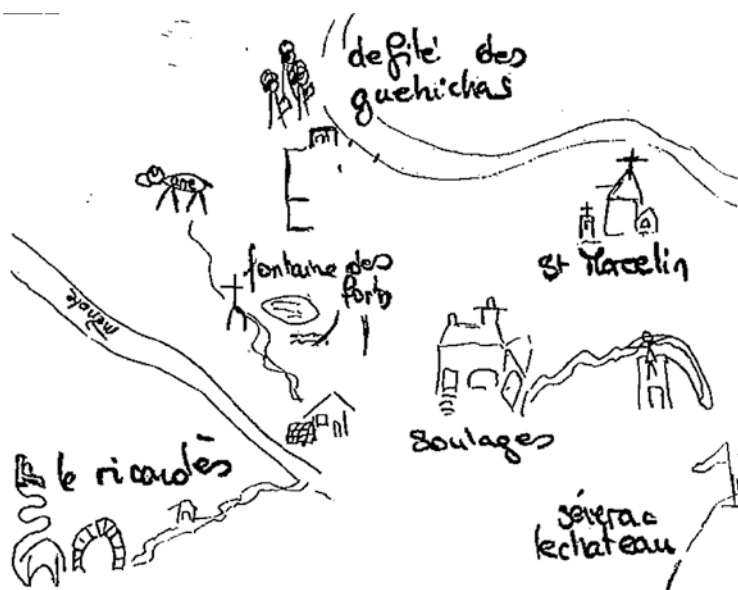
Des enquêtes sociologiques sont utilisées pour déterminer l'effet des parcs éoliens sur les paysages et les représentations qu'en ont les différents acteurs territoriaux. Elles peuvent être utilisées de la même façon pour les installations photovoltaïques au sol, dans la mesure où elles permettent de révéler les représentations paysagères. Au-delà des évaluations techniques et économiques des projets, la transformation trop rapide et brutale des paysages environnants apparaît, avec la demande de débat

et d'information, comme un des motifs les plus importants de crispation et de refus. Dans ce contexte, l'étude sociologique a pour but de mettre à jour les images, perceptions, impressions liées à cette transformation importante. En quelque sorte, il s'agit, en utilisant une méthodologie appropriée, de caractériser le ressenti des populations vis-à-vis de l'implantation des installations photovoltaïques dans un milieu donné et d'apprécier ainsi l'acceptabilité sociale du projet.

La méthode, associée à des entretiens semi-directifs, est utilisée pour faciliter l'expression des personnes enquêtées sur leurs lieux et paysages. Elle comprend trois étapes pour aborder les représentations paysagères<sup>56</sup> :

- première étape : le dessin d'une carte coutumière. Il est demandé aux personnes de crayonner une représentation cartographique des espaces fréquentés et appréciés ;
- deuxième étape : la spatialisation géographique. Les lieux évoqués sont ensuite reportés sur une carte au 1/25 000 agrandie du territoire étudié, la carte jouant le rôle d'excitateur de parole ;
- troisième étape : les préférences photographiques. Des images sont utilisées pour recueillir les réactions des acteurs locaux (citadins, ruraux, touristes...) auxquels on présente des séries de photos du paysage actuel, d'une part, et du paysage intégrant les installations photovoltaïques (photomontages), d'autre part, afin de découvrir les transformations du paysage. Chaque personne interrogée commente les deux séries de photos (avant/après) et explique ses préférences.

### EXEMPLE DE CARTE COUTUMIÈRE



Extrait de Espaces naturels n°8

## ÉVALUER L'IMPACT SUR LE PAYSAGE À PARTIR DU CALCUL D'UN INDICATEUR SYNTHÉTIQUE : UNE MÉTHODE ENCORE EXPÉRIMENTALE

Les méthodes classiques contribuent à évaluer l'impact visuel de manière subjective. La méthode présentée dans l'annexe 3 est issue d'un travail de recherche. Elle propose une approche mathématique fondée sur le calcul d'un indicateur synthétique d'impact à partir de cinq critères. Elle ne peut se substituer aux méthodes classiques d'approche du paysage mais peut être utilisée en complément, notamment pour comparer plusieurs projets d'installations au regard de leur impact visuel.

## ➔ ANALYSE DES EFFETS SUR LES ACTIVITÉS SOCIO-ÉCONOMIQUES

### Les effets sur l'économie locale

Les retombées économiques locales directes et indirectes sont généralement positives pour le tissu économique. Il s'agit tout d'abord de ressources fiscales pour les collectivités. En outre, la période de chantier mobilise des emplois pour la construction ou la déconstruction des installations et induit des retombées indirectes pour les secteurs de la restauration et de l'hôtellerie, par exemple, pendant la durée des travaux.

La maintenance du site et des équipements crée également des emplois à long terme.

Enfin, l'installation occasionne des retombées économiques issues du tourisme à vocation technologique ou encore des visites pédagogiques pour les scolaires.

### Les effets sur les usages des sols

Selon le site retenu et les usages des sols antérieurs ou futurs, certains effets spécifiques doivent être évalués.

## INFORMATIONS À FOURNIR SUR LES USAGES DES SOLS EN FONCTION DE LEUR NATURE

Nature du site	Effets à analyser
<b>Terrain agricole</b> (dans les conditions prévues par la circulaire ministère du Développement durable du 18 décembre 2009)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Effets sur la fonctionnalité et la pérennité des exploitations</li> <li>✓ Effets sur le marché foncier</li> <li>✓ Effets sur l'économie locale agricole</li> <li>✓ Effets des fondations sur la valeur agronomique des sols</li> </ul>
<b>Ancienne carrière</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Effets sur la stabilité des terrains et sur les risques d'érosion</li> </ul>
<b>Ancienne décharge</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Effets sur la stabilité de la couverture de la décharge</li> <li>✓ Analyse de risques (EQRS)</li> </ul>
<b>Friche industrielle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Effets des fondations</li> <li>✓ Analyse de risques (EQRS)</li> </ul>
<b>Plantation forestière</b> (dans les conditions prévues par la circulaire ministère du Développement durable du 18 décembre 2009)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Impact du défrichement sur les émissions de gaz à effet de serre (bilan GES du projet)</li> <li>✓ Effets du défrichement sur la qualité des sols</li> </ul>
<b>Périmètre de protection d'une ressource en eau</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Effets sur les eaux de ruissellement pendant l'exploitation (modification des écoulements, risques de pollution due aux matériaux et matériels)</li> </ul>

### Cas particulier des effets sur l'agriculture

La circulaire ministère du Développement durable du 18 décembre 2009 précise que « les projets de centrales au sol n'ont pas vocation à être installés en zones agricoles notamment cultivées ou utilisées pour des troupeaux d'élevage. [...] Toutefois l'accueil d'installations solaires au sol peut être envisagé sur des terrains qui, bien que

situés en zone classée agricole, n'ont pas fait l'objet d'un usage agricole dans une période récente ». Dans ce cas, l'étude d'impact devra détailler les effets de l'installation sur le système agricole local. Les éléments ci-dessous sont fournis à titre indicatif et nécessitent d'être adaptés selon les enjeux agricoles en question. Ainsi, pourront être analysés dans le cadre de l'étude d'impact :



- les effets sur la fonctionnalité et la pérennité des exploitations. L'évaluation du degré de fragilisation des exploitations dû à l'implantation du projet consistera à apprécier les conséquences du projet sur l'assolement et/ou le chargement, le plan d'épandage, le fonctionnement des réseaux et des équipements agricoles, les pertes de production, les pertes financières (revenus liés à la vente de la production, primes, remboursements d'emprunt et résultat économique final) ;
- les effets sur le marché foncier. Il s'agit d'analyser les mouvements fonciers des trois dernières années (évolution de l'offre en foncier) et d'analyser la demande en foncier agricole (besoins liés à l'installation et ou à l'agrandissement) ;
- les effets sur l'économie locale agricole. Une évaluation des conséquences du projet à l'échelle d'un territoire plus large (communal) pourra être menée, portant sur les concurrences d'usage, les impacts sur l'équilibre économique et le fonctionnement des syndicats d'irrigation, des coopératives agricoles et sur les filières agricoles et agro-alimentaires.

## → ANALYSE DES EFFETS OPTIQUES

### Nature des effets optiques

Les divers effets optiques des installations photovoltaïques ont été largement décrits<sup>57</sup>. Il s'agit :

- des miroitements par réflexion de la lumière solaire sur les surfaces dispersives (modules) et les surfaces lisses moins dispersives (constructions métalliques supports) ;
- des reflets (les éléments du paysage se reflètent sur les surfaces réfléchissantes) ;
- de la formation de lumière polarisée sur des surfaces lisses ou brillantes.

Sur les installations fixes orientées au sud les effets optiques se produisent lorsque le soleil est bas (matin et soir). Ces perturbations sont à relativiser puisque la lumière directe du soleil masque alors souvent la réflexion (pour observer le phénomène, l'observateur devra regarder en direction du soleil). Par ailleurs, les effets optiques pourraient affecter le comportement de la faune volante.

### Évaluation des effets du miroitement

Une évaluation des effets du miroitement a été proposée dans une étude récente<sup>58</sup>. La mise au point d'un logiciel a permis de modéliser les effets de miroitement des modules photovoltaïques au sol. Cela permet d'identifier précisément les périodes où une gêne est susceptible de se produire.

L'étude considère l'exemple d'une installation photovoltaïque au sol en Italie comprenant 3 085 modules de taille unitaire 1,65 m x 0,98 m installés sur le flanc d'une colline

d'une pente moyenne de 20°. L'inclinaison des modules est de 34° et l'orientation de 28° vers l'ouest.

Le logiciel mis au point intègre un modèle numérique de terrain prenant en compte la géolocalisation des modules et des récepteurs (habitations, routes). Le logiciel intègre également le diagramme solaire du lieu repéré par sa latitude (44°52') et indiquant la trajectoire du soleil, ce qui permet de définir les séquences où la position du soleil est critique pour les récepteurs du point de vue de la réverbération.

Dans ce cas précis, la possibilité d'interférence avec les récepteurs existe pour les conditions suivantes :

- les midis d'avril à août ;
- les heures matinales de tous les mois de l'année sauf novembre, décembre et janvier.

Le logiciel détermine la trajectoire des rayons réfléchis pour chaque heure du 21<sup>e</sup> jour des mois de décembre, janvier, mars, avril, mai et juin. Les conditions du 21<sup>e</sup> jour des mois de juillet, août, septembre octobre et novembre sont considérées comme identiques à celles des mois de mai, avril, mars, février, janvier.

Les résultats montrent qu'il existe, pour l'installation considérée, des risques de miroitement de 8h30 à 8h45 le 21 février et de 8h15 à 8h30 le 21 mars. Les auteurs expliquent que ces conditions sont de courte durée et que l'effet de miroitement reste négligeable car la radiation solaire est faible et la direction des rayons réfléchis est similaire à celle des rayons directs.

### Effets optiques à proximité des aéroports

Certaines réflexions du soleil sur des installations photovoltaïques situées à proximité des aéroports ou des aérodromes sont susceptibles de gêner les pilotes dans des phases de vol proches du sol ou d'entraver le bon fonctionnement de la tour de contrôle des aérodromes. Suite à une étude approfondie, la DGAC a établi des critères d'acceptabilité basés sur la réflexion des modules, la localisation des pistes et les trajectoires d'approche des aéronefs.

Les zones d'implantation de panneaux photovoltaïques situées à moins de 3 km de tout point d'une piste d'aérodrome sont particulièrement sensibles à cet égard. Il est important de consulter les services territorialement compétents de l'aviation civile ou militaire en préalable à ces installations afin de s'assurer de l'absence d'impact pour la sécurité de l'aviation.

Pour cette analyse, les services ont besoin de disposer des caractéristiques et des éléments techniques sur les installations projetées. Ceux-ci sont mentionnés dans la note d'information technique relative aux avis de la DGAC sur les projets d'installations de panneaux photovoltaïques à proximité des aérodromes, téléchargeable sur le site [www.developpement-durable.gouv.fr/Certification-securite-et.html](http://www.developpement-durable.gouv.fr/Certification-securite-et.html)

<sup>57</sup> Ministère du Développement durable/DGEC, *Guide sur la prise en compte de l'environnement dans les installations photovoltaïques au sol : l'exemple allemand*, janvier 2009. Disponible sur [www.developpement-durable.gouv.fr](http://www.developpement-durable.gouv.fr), rubrique énergie et climat.

<sup>58</sup> Chianbrando R, Fabrizio E. et Garnero G., "The territorial and landscape impacts of photovoltaic systems : definition of impacts and assessment of the glare risks", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, n° 123, 2008.

## → ANALYSE DES RISQUES DE POLLUTION

### Risque de pollution chimique par les composants des cellules photovoltaïques

Le tellurure de cadmium (CdTe) est un composé présent dans certaines cellules photovoltaïques. L'annexe 4 présente les résultats d'études relatives aux impacts sur l'environnement de ce composé présent dans les modules photovoltaïques. L'émission de cadmium peut avoir lieu lors de la fabrication du tellurure de cadmium (des émissions dans l'air peuvent se produire) ou lors du fonctionnement des modules photovoltaïques, des rejets nocifs ne pouvant alors être constatés qu'en cas d'accident (casse des panneaux suite à un impact avec un projectile ou une erreur de manipulation, destruction des installations par un incendie). Le tellurure de cadmium est en effet un matériau stable, encapsulé entre deux couches de verre, ce qui garantit l'absence d'émissions même en conditions de tests de vieillissement accéléré.

### Risques de pollution en fin de vie des installations

Dans le cycle de vie des installations, le moment où les risques environnementaux pourraient éventuellement se révéler est la fin de leur durée de vie. Des mesures de recyclage doivent être prises afin d'éviter l'abandon des panneaux dans des décharges non appropriées, contribuant ainsi à la pollution des sols et des eaux à l'instar d'autres déchets. Le recyclage permet par exemple au cadmium de retourner là où il a été produit pour être intégré dans de nouvelles applications. Les modalités de

recyclage des modules et cellules photovoltaïques sont exposées dans le paragraphe relatif aux mesures.

## → ANALYSE DES EFFETS SUR LA SANTÉ ET LE VOISINAGE

### Les effets des champs électromagnétiques

Les sources émettrices de champs électromagnétiques dans une installation photovoltaïque sont les modules solaires et les lignes de connexion en courant continu, les convertisseurs, les onduleurs et les transformateurs permettant le raccordement au réseau en courant alternatif.

Une installation solaire photovoltaïque au sol raccordée au réseau produit un champ électrique et magnétique le jour. Sur les installations photovoltaïques, la principale source de champ électromagnétique est l'onduleur. Il peut exister des interactions entre le côté courant continu et le côté courant alternatif. En effet, le côté courant continu d'un onduleur est relié par de longs câbles jusqu'aux modules. Les perturbations électromagnétiques générées par l'onduleur peuvent donc être conduites par ces câbles jusqu'aux modules. Ces câbles agissent alors comme une antenne et diffusent les perturbations électromagnétiques générées par l'onduleur. L'importance de ce phénomène de rayonnement électromagnétique, côté courant continu, croît avec la longueur des câbles et la surface des modules. Les mesures qui permettent de réduire l'intensité du champ électromagnétique de l'onduleur sont décrites dans le paragraphe sur les mesures.

## LES CHAMPS ÉLECTROMAGNÉTIQUES ET LEURS EFFETS SUR LA SANTÉ <sup>59</sup>

Tout courant électrique génère un champ électrique et un champ magnétique autour des câbles qui transportent le courant et à proximité des appareils alimentés par ce courant.

Le champ électrique provient de la tension électrique. Il est mesuré en volt par mètre (V/m) et est arrêté par des matériaux communs tels que le bois ou le métal. L'intensité des champs électriques générés autour des appareils domestiques sont de l'ordre de 500 V/m. Le champ magnétique provient du courant électrique. Il est mesuré en tesla (T) et passe facilement au travers des matériaux. Lorsqu'ils sont générés par des appareils domestiques, leur intensité dépasse rarement les 150 mT à proximité.

Pour une durée d'exposition significative, les effets électromagnétiques générés par les équipements électriques, tels que les onduleurs et les transformateurs, peuvent se manifester du point de vue de la santé sous différentes formes (maux de tête, troubles du sommeil, pertes de mémoire).

Les valeurs recommandées adoptées en 1999 par le conseil des ministres de la santé de l'Union européenne <sup>60</sup> relatives à l'exposition du public aux champs magnétiques et électriques s'expriment en niveaux de références concernant les zones dans lesquelles le public passe un temps significatif ou la durée d'exposition est significative. Pour le champ électrique, ce niveau est de 5 000 V/m. Concernant le champ magnétique, il est de 100 µT.

À titre d'exemple, les valeurs des champs électriques et magnétiques à proximité d'un transformateur sont respectivement de 10 V/m et de 1 à 10 µT (valeurs maximales en périphérie). Par comparaison, un micro-ordinateur et un téléviseur émettent respectivement 1,4 et 2,0 µT <sup>61</sup>.

<sup>59</sup> Vasilescu G. and Popentiu F., *Renewable energy generators and electromagnetic pollution : a case study on residential solar energy City University London*, London, UK University of Oradea, 2009.

<sup>60</sup> Cette recommandation reprend les mêmes valeurs que celles définies en 1998 par l'ICNIRP (Comité international de protection contre les radiations non ionisantes).

<sup>61</sup> Source : RTE France.

### Les effets du bruit

La plupart des éléments constitutifs de l'installation ne sont pas émetteurs de bruit : les panneaux (lorsqu'il s'agit d'installations fixes), les structures, les fondations et les câbles électriques. Les sources sonores proviennent essentiellement des onduleurs et transformateurs. Ces éléments électriques sont installés dans un local et émettent un bruit qui se propage essentiellement au travers des grilles d'aération du local. Ces émissions sonores ne se propagent pas avec la même intensité dans toutes les directions, selon la disposition des éventuelles ouvertures et de la topographie de proximité. Une éventuelle gêne due au bruit ne peut être occasionnée la nuit, puisque les installations ne fonctionnent pas.

La réglementation applicable est celle de l'arrêté du 26 janvier 2007 relatif aux conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique<sup>62</sup>.

Les mesures à recommander sont décrites dans la partie 6 du présent chapitre.

### → ANALYSE DES EFFETS CUMULÉS (OU CUMULATIFS) AVEC D'AUTRES PROJETS CONNUS

#### Définition des effets cumulés

La mention des effets cumulés dans les études d'impact est rendue obligatoire par les textes communautaires et le code de l'environnement. La directive 85/337, art. 5.1. précise en effet que les projets soumis à une évaluation des incidences sur l'environnement font l'objet d'une description des effets importants qui doit « porter sur les effets directs et, le cas échéant, sur les effets indirects secondaires, cumulatifs, à court, moyen et long termes,

permanents et temporaires, positifs et négatifs du projet ». L'article L 122-3 du code de l'environnement (modifié par la loi portant engagement national pour l'environnement) dispose que le contenu de l'étude d'impact porte sur « l'étude des effets du projet sur l'environnement ou la santé, y compris les effets cumulés avec d'autres projets connus ».

Les effets cumulés sont le résultat de la somme et de l'interaction de plusieurs effets directs et indirects générés conjointement par plusieurs projets dans le temps et l'espace. Ils peuvent conduire à des changements brusques ou progressifs des milieux. Dans certains cas, le cumul des effets séparés de plusieurs projets peut conduire à un effet synergique, c'est-à-dire à un effet supérieur à la somme des effets élémentaires.

Afin d'évaluer les effets cumulés, le maître d'ouvrage devra d'abord identifier les projets qui, par leur existence, leur proximité ou leur influence, sont de nature à combiner leurs effets individuels avec ceux du projet étudié. Cela inclut les projets ou aménagements existants susceptibles d'avoir des effets sur les fonctionnalités, milieux et espèces identifiés dans l'analyse de l'état initial. Il s'agit des projets :

- à vocation énergétique portés par le même maître d'ouvrage tels que d'autres installations photovoltaïques, des parcs éoliens, etc. ;
- des projets sous une autre maîtrise d'ouvrage, de nature similaire (installations photovoltaïques) ou différente (tous autres travaux, ouvrages et infrastructures)<sup>63</sup>.

Ces projets sont repérés lors de l'analyse de l'état initial du site (projets récents ou en cours de construction) ou lors du cadrage préalable (projets engagés).

Le tableau ci-dessous présente des exemples d'effets cumulés sur le paysage et les milieux naturels.

<sup>62</sup> Art. 12 ter. - Limitation de l'exposition des tiers au bruit des équipements. Les équipements des postes de transformation et les lignes électriques sont conçus et exploités de sorte que le bruit qu'ils engendrent, mesuré à l'intérieur des locaux d'habitation, conformément à la norme NFS 31010 relative à la caractérisation et au mesurage des bruits de l'environnement, respecte l'une des deux conditions ci-dessous.

a) Le bruit ambiant mesuré, comportant le bruit des installations électriques, est inférieur à 30 dB(A) ;

b) L'émergence globale du bruit provenant des installations électriques, mesurée de façon continue, est inférieure à 5 dB(A) pendant la période diurne (de 7 h à 22 h) et à 3 dB(A) pendant la période nocturne (de 22 h à 7 h). Pour le fonctionnement des matériels de poste, les valeurs admises de l'émergence sont calculées à partir des valeurs de 5 dB(A) pendant la période diurne (de 7 h à 22 h) et à 3 dB(A) pendant la période nocturne (de 22 h à 7 h), valeurs auxquelles s'ajoute un terme correctif, fonction de la durée cumulée d'apparition du bruit particulier.

<sup>63</sup> Les décrets d'applications de la loi ENE préciseront la définition des effets cumulés.

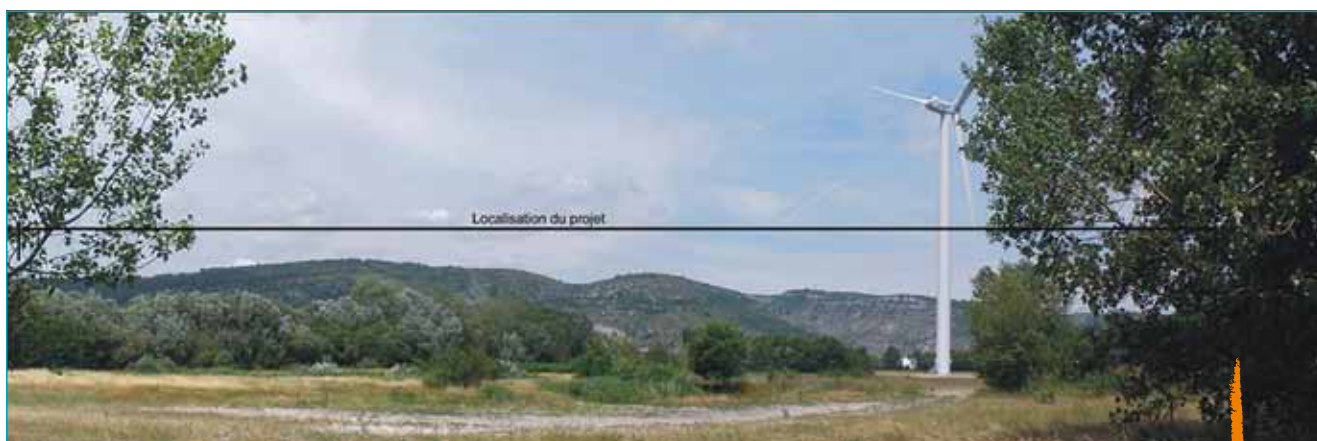
QUELQUES EXEMPLES D'EFFETS CUMULÉS DANS LE DOMAINE DU PAYSAGE ET DES MILIEUX NATURELS

		EXEMPLES D'EFFETS CUMULÉS SUR :	
		le paysage	les milieux naturels
DEUX INSTALLATIONS PHOTOVOLTAÏQUES AU SOL PROCHES SITUÉES EN ZONE RURALE	<b>Nature des effets</b>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Transformation d'un paysage rural en paysage industriel</li> <li>✓ Fragmentation accrue de l'espace agricole</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Perte d'habitat due au cumul des surfaces consommées</li> <li>✓ Atteinte d'un seuil de dérangement pour une espèce donnée</li> </ul>	
	<b>Méthodes d'évaluation</b>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Évaluation à l'échelle de l'unité paysagère ou des unités paysagères concernées par les deux projets</li> <li>✓ Analyse des relations entre les deux installations au plan du paysage (inter-visibilités)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Évaluation du cumul des emprises des deux projets sur les habitats de même nature</li> <li>✓ Examen de la fragmentation des habitats par les deux projets et conséquences sur les populations d'espèces concernées</li> </ul>	
DEUX INSTALLATIONS PHOTOVOLTAÏQUES AU SOL PROCHES SITUÉES DANS UNE FRICHE INDUSTRIELLE	<b>Exemple de mesure</b>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Choix du parti d'aménagement : le dernier entrant doit considérer le parti d'aménagement du paysage de la première installation. Il peut rendre son projet cohérent avec ce parti ou démontrer qu'il est compatible avec le premier</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Restauration d'un habitat de même nature que celui dégradé par la perte de surface due à l'installation</li> </ul>	
	<b>Nature des effets</b>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Contribution des deux projets à une image moderne et organisée d'un site dégradé</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Sans objet, si l'analyse de l'état initial ne révèle aucun enjeu écologique sur la friche concernée</li> </ul>	
	<b>Exemple de mesure</b>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Recherche d'une synergie entre les deux projets par le choix du site du second projet, par exemple en extension du premier ou au contraire en opposition pour rééquilibrer visuellement le site</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Sans objet</li> </ul>	

UNE INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE AU SOL ET UN PARC ÉOLIEN ÉLOIGNÉ (PAR EXEMPLE À UNE DISTANCE DE 5 KM)	<b>Nature des effets</b>	
	✓ Transformation du paysage dans une optique marquée de production énergétique (vocation nouvelle d'un territoire)	✓ Par exemple, une espèce d'oiseau dérangée par la présence d'éoliennes a trouvé un terrain de chasse à proximité du site d'implantation des installations photovoltaïques. Il pourrait de nouveau être dérangé par l'emprise et le fonctionnement des nouvelles installations
	<b>Méthodes d'évaluation</b>	
	✓ Prise en compte du paysage initial déjà modifié par les éoliennes ✓ Ne change pas l'échelle d'analyse du paysage pour les installations photovoltaïques	✓ Évaluation des fonctionnalités écologiques dans une aire d'étude élargie prenant en compte les effets attendus du parc éolien
<b>Exemple de mesures</b>		
✓ Parti d'aménagement du paysage intégrant les transformations du territoire au regard des implantations de systèmes de production d'énergie renouvelables	✓ Favoriser la gestion écologique d'une zone naturelle proche pour permettre à l'espèce d'oiseau qui subit un impact de trouver des ressources pour s'alimenter	
UNE INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE AU SOL ET UNE VOIE ROUTIÈRE PROCHE (PAR EXEMPLE 100 M)	<b>Nature des effets</b>	
	✓ Artificialisation du paysage par des aménagements de nature différente. ✓ Opportunité de perspectives visuelles des installations photovoltaïques depuis la route	✓ Par exemple, impact non significatif de l'emprise des installations photovoltaïques sur une population d'espèces. Mais l'impact cumulatif avec la route sera notable si, par exemple, elle coupe une trame verte indispensable pour assurer les déplacements trophiques de l'espèce vers son biotope ✓ Augmentation de la fréquentation du site du fait de la circulation automobile et dérangement de la faune
	<b>Méthode d'évaluation</b>	
	✓ Prise en compte du projet d'aménagement paysager de la route dans l'évaluation des effets	✓ Étude des corridors écologiques permettant de comprendre les continuités écologiques (trames vertes)
<b>Exemple de mesure</b>		
✓ Choix du parti d'aménagement en cohérence avec l'installation routière ✓ Exploitation des effets complémentaires : plantations ou talus pour masquer ou au contraire mettre en valeur, selon les cas, les installations photovoltaïques	✓ Rétablissement de la continuité écologique (par exemple, création d'un passage sous la route) et gestion du biotope de l'espèce pour augmenter ses ressources alimentaires	



## EXEMPLE D'EFFETS CUMULÉS DANS LE DOMAINE DU PAYSAGE



Vue depuis l'est, en bordure du Rhône - état initial



Photomontage du projet - état après aménagement du projet photovoltaïque

### Les limites et les difficultés de l'évaluation des effets cumulés

Les limites et les difficultés de l'évaluation des effets cumulés proviennent de :

- la complexité de l'évaluation lorsque les projets qui doivent être analysés sont différents ou lorsque les fonctionnalités des milieux sont mal connues ou insuffisamment renseignées (échanges et migrations, déplacements trophiques...);
- l'affectation des responsabilités en fonction des effets respectifs de chaque projet concerné (le dernier entrant devra particulièrement argumenter sur le caractère significatif ou non significatif des impacts cumulatifs de l'ensemble des projets connus).

L'existence d'effets cumulés rend également difficile la définition des mesures de réduction et de suppression.



### EFFETS PENDANT LA CONSTRUCTION DES INSTALLATIONS ET LES OPÉRATIONS DE CHANTIER

Les effets du chantier sont le plus souvent temporaires, mais ils peuvent être lourds de conséquences si des dispositions particulières visant à les réduire ne sont pas prises. Par ailleurs, l'ampleur des impacts n'est pas toujours proportionnelle à la nature des travaux : un petit chantier mal conduit peut, lorsque le milieu est riche et vulnérable, aboutir à des impacts irréversibles.

La démarche d'évaluation procède, comme pour l'analyse des effets du fonctionnement de l'installation, à une confrontation entre les effets des différents travaux et la sensibilité des différentes composantes de l'environnement.



Route et chantier

L'étude d'impact propose une analyse sur la base de l'avant-projet qui décrit les différentes phases des opérations de chantier. Les effets du chantier sont dus :

- à la présence d'habitats ou d'espèces sensibles pouvant être détruits ou perturbés ;
- aux trafics induits par le chantier : engins de chantier, camions-toupie d'approvisionnement en béton, livraison des modules, de leurs supports et du matériel électrique, livraison des colis lourds (transformateur, locaux techniques), véhicules légers et utilitaires des entreprises ;
- aux moteurs thermiques des véhicules et engins de chantier qui sont la source temporaire de bruit et d'émissions de gaz d'échappement ;

- à la production de déchets ;
- aux travaux de terrassements modifiant le modelé du terrain, etc.

La déconstruction des installations implique plusieurs opérations :

- la déconstruction des panneaux (modules et bâtis) et des supports ;
- l'extraction des fondations (plots béton, pieux acier) ;
- l'ouverture des tranchées pour retirer les câbles d'alimentation et de raccordement électrique et leurs gaines (récupération du cuivre) ;
- la fermeture des tranchées ;
- la déconstruction des locaux techniques et le démontage des clôtures ;
- la remise en état de la surface et des routes d'accès (effacement du chantier).

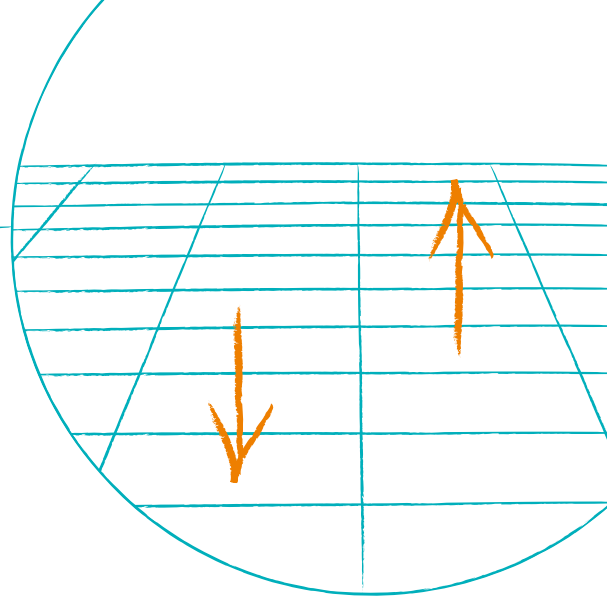
Les impacts attendus du chantier de déconstruction sont globalement identiques à ceux du chantier de construction et sont, en quelque sorte, considérés à l'envers du chantier de construction. Le risque le plus fort pendant le démantèlement des installations est surtout le déversement accidentel d'hydrocarbures du fait de l'utilisation d'engins de chantier (avitaillement mal contrôlé, rupture de durite ou de flexible hydraulique). On se reportera au tableau 2 de l'annexe 5 pour une revue plus détaillée.

**EXEMPLES DE MÉTHODES DE DÉMANTÈLEMENT D'INSTALLATIONS PHOTOVOLTAÏQUES AU SOL**

Équipements	Éléments	Type de fixations	Méthodes de démantèlement
<b>PRODUCTION, TRANSFORMATION ET LIVRAISON DE L'ÉLECTRICITÉ</b>	Panneaux photovoltaïques	Plaqués sur la structure métallique par des clips	Dévisage des clips de maintien des modules sur la structure métallique
	Onduleurs	Posés au sol sans fondation	Enlèvement à l'aide d'une grue
	Poste de livraison	Posé au sol sans fondation	Enlèvement à l'aide d'une grue
<b>SUPPORTS DES MODULES</b>	Cadres métalliques	Fixés à la poutre en bois	Dévisage
	Poutres en bois	Fixées sur les pieux	Déboulonnage
<b>ANCRAGE DES STRUCTURES</b>	Pieux maintenus par une fondation béton	Ancrés dans le sol, éventuellement renforcé par un plot béton	Arrachage
<b>CÂBLAGES ÉLECTRIQUES</b>	Câbles	Enfouis dans un tranchée protégée	Réouverture des tranchées et enlèvement des câbles
<b>SÉCURITÉ</b>	Caméras et détecteurs	Fixés à des poteaux	Dévisage des éléments
	Clôture	Attachée aux poteaux enfoncés dans le sol	Démantèlement classique
<b>CIRCULATION</b>	Piste d'accès	À considérer en fonction de l'utilisation du site après cessation de l'activité. Elles peuvent, par exemple, servir de pistes d'accès agricoles ou être revégétalisées	

Source : EDF Énergies nouvelles

# RAISONS DU CHOIX DU PROJET



## ARTICLE R 122-3 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

« L'étude d'impact indique les raisons pour lesquelles, notamment du point de vue des préoccupations d'environnement, parmi les partis envisagés qui font l'objet d'une description, le projet présenté a été retenu. »

La partie du dossier d'étude d'impact dédiée aux raisons du choix du projet constitue un espace de communication privilégié pour le maître d'ouvrage qui présente et argumente l'ensemble des décisions qui ont conduit au choix de son projet. En justifiant ses décisions, notamment celles qui engagent l'environnement, le maître d'ouvrage fournit des éléments pour éclairer :

- l'autorité environnementale qui émet un avis portant à la fois sur la qualité de l'étude d'impact et sur la manière dont l'environnement est pris en compte dans le projet ;
- l'autorité administrative qui autorise le projet ;
- le public.

Dans la partie du dossier d'étude d'impact intitulé raisons du choix du projet, il est recommandé :

- d'exposer la démarche environnementale dans l'élaboration du projet ;
- de justifier ses choix, notamment du point de vue des préoccupations d'environnement ;

→ de faire le bilan de la participation du public avant l'enquête publique.

Cette partie doit être synthétique et ne pas faire double emploi avec les informations données dans les autres parties de l'étude d'impact et le résumé non technique. Des renvois aux autres parties de l'étude d'impact permettront les éclairages techniques indispensables.



## LA DÉMARCHE ENVIRONNEMENTALE DANS L'ÉLABORATION DU PROJET

La partie sur les raisons du choix du projet expose la démarche suivie par le maître d'ouvrage pour prendre en compte l'environnement dans le projet, depuis les premiers éléments de décision jusqu'au choix final du projet présenté par la suite à l'enquête publique.

Les questions clés sur la démarche environnementale	Les réponses à apporter dans le dossier d'étude d'impact
---	--

### COMMENT L'ENVIRONNEMENT A-T-IL ÉTÉ PRIS EN COMPTE DANS LA DÉMARCHE DE PROJET ?

✓ Quelles sont les grandes étapes de la conception du projet ?	✓ Rappeler la genèse du projet.
✓ Comment la démarche de projet s'articule-t-elle avec la démarche environnementale ?	✓ Présenter le chronogramme général de l'opération en indiquant les points forts de la démarche environnementale (pré-diagnostic, cadrage préalable, déroulement de l'étude d'impact, consultation préalable du public).

### UN PRÉ-DIAGNOSTIC ENVIRONNEMENTAL A-T-IL ÉTÉ RÉALISÉ ? SI OUI

✓ Quelle zone de prospection géographique ?	✓ Renvoyer à la carte des territoires prospectés.
✓ Quels services et organismes ont été consultés ?	✓ Lister les organismes consultés. Les comptes rendus d'entretien et de réunion, les courriers reçus peuvent utilement faire l'objet d'une annexe.
✓ Quelles données générales sont utilisées ?	✓ Renvoyer à la partie méthodes de l'étude d'impact.
✓ Comment sont définis et hiérarchisés les enjeux environnementaux ?	✓ Expliquer comment les enjeux sont définis par rapport au territoire prospecté et aux sites retenus (avis des services de l'État, recours à l'expertise).

<p>✓ Quelles études de terrain sont menées dans cette étape ?</p>	<p>✓ Lister les études éventuelles qui ont pu être faites lors du pré-diagnostic et donner brièvement leurs conclusions.</p>
<p>✓ Le pré-diagnostic permet-il de sélectionner des sites potentiels pour les installations photovoltaïques ?</p>	<p>✓ Montrer que le pré-diagnostic a été efficace en précisant les critères qui ont permis de retenir le site final.</p>

**LE CADRAGE PRÉALABLE A-T-IL ÉTÉ EFFECTUÉ ? SI OUI**

<p>✓ En quoi a-t-il consisté ?</p>	<p>✓ Résumer la teneur des échanges avec les services de l'État. Mettre en annexe l'avis de l'autorité compétente concernant les informations à fournir dans l'étude d'impact.</p>
<p>✓ Qu'a-t-il apporté ? A-t-il eu une incidence sur le déroulement ultérieur du projet ?</p>	<p>✓ Indiquer dans quelle mesure le cadrage préalable a permis d'affiner les enjeux environnementaux, les aires d'étude ou d'engager des expertises spécifiques.</p>
<p>✓ Des expertises ou des études spécialisées ont-elles été menées ?</p>	<p>✓ Lister et justifier les études spécialisées : nature, intervention d'experts, moyens mis en œuvre (renvoyer à la partie méthodes de l'étude d'impact), utilisation des résultats dans les processus de décision.</p>

**COMMENT L'ÉTUDE D'IMPACT A-T-ELLE ÉTÉ RÉALISÉE ?**

<p>✓ Quelles ressources ont été mobilisées ?</p>	<p>✓ Indiquer les études commandées par le maître d'ouvrage à un ou des bureaux d'études spécialisés et préciser les moyens mis en place (expertise sur le terrain, méthodes).</p>
<p>✓ Comment s'est déroulée l'étude d'impact ?</p>	<p>✓ Donner un ou plusieurs exemples permettant d'apprécier le caractère itératif de l'étude d'impact : apport de l'évaluation environnementale sur la conception du projet, gains attendus et pertes évitées pour l'environnement.</p>
<p>✓ À quel moment l'étude d'impact a-t-elle permis de faire des choix significatifs ?</p>	<p>✓ Expliquer la contribution de l'étude d'impact aux choix essentiels (site d'implantation, technologie, raccordement) et les lacunes éventuelles : par exemple, l'évaluation environnementale du tracé de raccordement est rendue difficile car le maître d'ouvrage ne dispose des informations complètes sur le raccordement électrique qu'après dépôt du permis de construire ; l'évaluation du choix de la technologie cellulaire est difficile dans le dossier d'étude d'impact car la technologie est choisie en dernier en fonction des rendements énergétiques des modules disponibles sur le marché.</p>
<p>✓ Les expertises et études spécialisées ont-elles permis d'optimiser le projet ?</p>	<p>✓ Expliquer comment les expertises ou réflexions (projet d'aménagement du paysage) ont pu influencer la composition générale du projet, remettre en question un site d'implantation ou réviser la capacité des installations.</p>
<p>✓ L'étude d'impact présente-t-elle une analyse objective des effets et des mesures pertinentes ?</p>	<p>✓ Montrer que l'étude d'impact a conduit à hiérarchiser les différents effets dommageables pour l'environnement et comment, en fonction de cette hiérarchisation, sont définies les mesures de suppression, de réduction, voire de compensation adéquates.</p>

## → JUSTIFICATION DES CHOIX, NOTAMMENT DU POINT DE VUE DES PRÉOCCUPATIONS D'ENVIRONNEMENT

La partie sur les raisons du choix du projet expose également les critères qui ont été pris en compte pour établir la composition du projet, le tracé de son raccordement et pourquoi il est nécessaire ou non de réaliser un suivi. Cette partie doit également replacer le projet dans un contexte régional, national et international.

Les questions clés sur la justification des choix	Les réponses à apporter dans le dossier d'étude d'impact
<p>✓ Comment le projet contribue-t-il aux objectifs internationaux, nationaux et régionaux dans le domaine du développement des énergies renouvelables ?</p>	<p>✓ Rappeler et montrer que le projet s'inscrit dans les grands objectifs internationaux, européens et nationaux sur le changement climatique et le développement des énergies renouvelables, notamment dans le plan de développement des énergies renouvelables en France.</p> <p>✓ Replacer le projet dans le cadre des objectifs régionaux de valorisation du potentiel énergétique renouvelable fixé par le schéma régional du climat, de l'air et de l'énergie.</p>
<p>✓ Quelles sont les raisons du choix du site d'implantation du projet ?</p>	<p>✓ Décrire les critères environnementaux et paysagers qui ont permis d'effectuer successivement le choix :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• de zones favorables à l'installation du projet (sur la base du pré-diagnostic) ;</li> <li>• du site d'implantation définitif (analyse multicritère menée dans l'étude d'impact).</li> </ul> <p>✓ Donner les éléments qui ont fondé la décision et indiquer de manière claire les arbitrages faits entre les considérations environnementales, techniques et sociétales.</p>
<p>✓ Quelles sont les raisons du choix de la composition générale du projet et de ses dépendances à l'intérieur du site d'implantation ?</p>	<p>✓ Expliquer comment la composition générale a été influencée par les préoccupations d'environnement : plan d'aménagement du paysage, définition du périmètre du site en fonction de la sensibilité du milieu naturel, localisation des équipements en fonction des aléas naturels, prévention de l'érosion des sols, prise en compte du cadre de vie de la population locale, etc.</p>
<p>✓ Quelles sont les raisons du choix du tracé de raccordement électrique ?</p>	<p>✓ Exposer, dans la mesure des informations connues du maître d'ouvrage, les mesures prises pour retenir un fuseau de raccordement électrique de moindre impact environnemental <sup>64</sup>.</p>
<p>✓ Quelles sont les raisons pour lesquelles le maître d'ouvrage propose d'engager un suivi environnemental du projet ou un plan de gestion environnemental pendant le chantier ?</p>	<p>✓ Expliquer pourquoi il est nécessaire d'engager un suivi pendant la phase d'exploitation au regard des effets résiduels (c'est-à-dire après application des mesures). Préciser brièvement la nature de ce suivi.</p> <p>✓ Expliquer comment le plan de gestion environnemental pendant le chantier (construction/démantèlement) permettra de supprimer et de réduire les impacts pendant le chantier (renvoyer aux détails techniques dans la partie mesures réductrices du dossier).</p>
<p>✓ Les choix effectués permettent-ils de respecter les objectifs environnementaux essentiels ?</p>	<p>✓ Pour conclure, montrer de manière synthétique que le projet est compatible avec les objectifs fixés par les documents stratégiques internationaux, européens et nationaux relatifs à la biodiversité, à la protection des paysages, des sols, de l'eau et à la santé humaine.</p>

<sup>64</sup> Le maître d'ouvrage ne dispose des informations complètes sur le raccordement électrique qu'après dépôt du permis de construire, donc après que l'étude d'impact soit achevée.

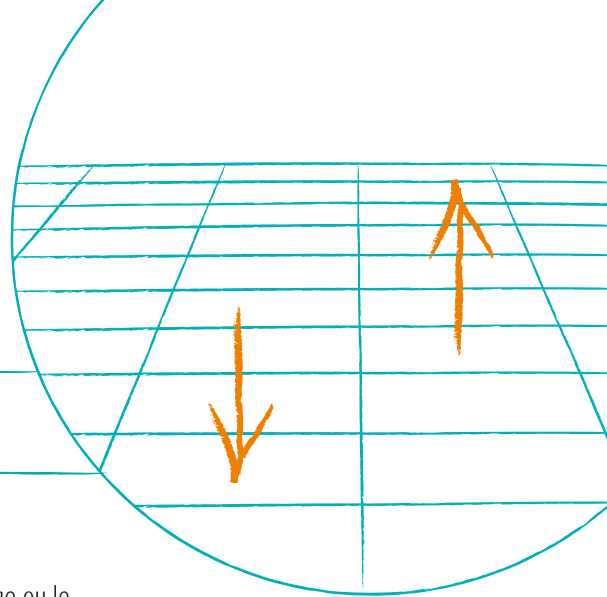


## → PARTICIPATION DU PUBLIC (AVANT L'ENQUÊTE PUBLIQUE)

Il s'agit d'exposer comment la participation du public a permis de rendre la démarche d'étude d'impact plus pertinente et a permis d'influencer le choix du parti retenu.

La participation du public	Les réponses à apporter dans le dossier d'étude d'impact
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Quel processus de participation de la société civile et du public a été engagé par le maître d'ouvrage ?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Indiquer les moyens de participation (consultation sur le projet, entretien).</li> <li>✓ Lister les contacts pris et annexer les comptes rendus des entretiens (dans la limite de la confidentialité).</li> <li>✓ Indiquer si une ou plusieurs réunions publiques ont été organisées (par exemple sur la commune concernée par le projet).</li> <li>✓ Présenter la manière dont les questions débattues lors de la concertation ont été traitées dans le projet et dans l'étude d'impact.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Le public a-t-il été régulièrement informé ?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Préciser si les différentes étapes de l'étude d'impact ont fait l'objet d'une présentation au public.</li> <li>✓ Préciser quels documents de travail ont été fournis au public pour l'informer.</li> <li>✓ Évaluer la qualité et l'objectivité des informations fournies quant aux effets positifs et négatifs attendus.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Quel usage a-t-il été fait des informations recueillies ?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Indiquer si les informations recueillies ont permis, par exemple, d'améliorer le cahier des charges de l'étude d'impact ou de déclencher une expertise sur un enjeu environnemental qui n'avait pas été mis en évidence.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ La participation du public a-t-elle été décisive dans l'élaboration du projet ?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Indiquer quelles suggestions ont été faites par la société civile pour améliorer le projet au regard de son impact sur l'environnement et comment il en a été tenu compte dans la suite du projet.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Quel est le bilan de la concertation ?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Résumer brièvement si le projet est accepté socialement et dans quelles proportions, quels sont les facteurs de blocage et les leviers d'action.</li> </ul>

# MESURES POUR SUPPRIMER, RÉDUIRE, OU COMPENSER



## ARTICLE R122-3 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

« L'étude d'impact doit présenter les mesures envisagées par le maître de l'ouvrage ou le pétitionnaire pour supprimer, réduire et, si possible, compenser les conséquences dommageables du projet sur l'environnement et la santé, ainsi que l'estimation des dépenses correspondantes ».

La démarche progressive de l'étude d'impact implique, en premier lieu, un ajustement du projet vers celui de moindre effet. La collaboration en amont de l'équipe technique chargée de la conception des installations photovoltaïques avec l'équipe chargée de l'évaluation environnementale permet de faire des choix d'implantation appropriés et de proposer des mesures de suppression ou de réduction des impacts.

Le projet retenu peut cependant induire des effets résiduels. Dès lors qu'un effet dommageable ne peut être totalement supprimé, le maître d'ouvrage a l'obligation de mettre en œuvre des mesures compensatoires.

Il convient de distinguer ces mesures prévues par le code de l'environnement de celles qui accompagnent le projet et facilitent son acceptabilité. Elles seront appelées ici mesures d'accompagnement.

### → LES MESURES POUR SUPPRIMER

La suppression d'un impact implique parfois une modification du projet initial tel que le changement du site d'implantation ou la modification de la composition générale du projet afin de mieux l'adapter au site pressenti. À cet égard, le pré-diagnostic est important pour identifier et hiérarchiser les enjeux environnementaux en amont de la recherche de solutions techniques. Ce travail en amont, impliquant la totalité de l'équipe projet, est indispensable pour faire émerger les solutions qui répondent au mieux à la préservation des enjeux environnementaux.

Après le choix d'un site d'implantation, certaines mesures peuvent supprimer un impact. Par exemple (se reporter également à l'annexe 5) :

- la modification de l'emprise du site pour éviter un corridor biologique ;
- l'enfouissement des câbles de raccordement au réseau pour éviter des lignes aériennes et leur impact paysager ;
- le choix d'une période de travaux (construction et démantèlement) en dehors d'une période de reproduction ou de nidification d'une espèce ;

→ la mise en défens d'un habitat d'espèces pour éviter le piétinement ou le déplacement d'engins de chantier ;

→ l'utilisation ou l'aménagement d'une voie d'accès existante au lieu de la création d'une nouvelle.

Certains impacts pendant le chantier peuvent être supprimés d'emblée, grâce à la conception du projet et aux choix préalables en fonction de l'analyse de l'état initial. Ainsi, définir un projet qui épouse les lignes topographiques et compose avec les caractéristiques géomorphologiques locales évite ou minimise les terrassements qui sont généralement générateurs d'impacts forts. Le chantier minimisera donc le défrichage, le décapage du sol, le transfert des matériaux de décaissement vers les zones de remblai, le stockage éventuel des matériaux excédentaires et la mise en suspension de particules fines par les pluies.

### → LES MESURES POUR RÉDUIRE

Lorsque la suppression n'est pas possible, techniquement ou économiquement, le maître d'ouvrage doit présenter des mesures de réduction des impacts pendant la période de chantier et pendant l'exploitation des installations. Les mesures sont présentées dans l'annexe 5.

#### Mesures de réduction lors des chantiers de construction et de démantèlement des installations

##### Mesures concernant le milieu physique et le milieu naturel

Les phases de travaux peuvent être la cause d'impacts, en particulier sur le milieu physique et le milieu naturel. Ainsi, l'étude d'impact peut recommander des méthodes de travaux, des techniques particulières, des principes d'ordonnement du chantier, des périodes de réalisation des travaux pour la prévention des effets et risques du chantier sur l'environnement.

Les techniques les moins nuisibles pour l'environnement peuvent être proposées en les adaptant aux différents milieux dans lesquels s'opèrent les travaux (site rural, industriel ou périurbain).

L'étude d'impact peut également recommander les sites favorables aux installations de chantier, les sites de dépôt temporaire ou permanents, les carrières et sites d'emprunt de matériaux (dans le cas où des terrassements sont nécessaires), les trajets préférentiels pour les engins de chantier, les itinéraires d'amenée des matériaux et colis encombrants, etc.

Si les enjeux environnementaux le justifient, l'étude d'impact peut enfin préciser les périodes (ou fenêtres

environnementales) pendant lesquelles certains travaux devront être réalisés pour respecter le cycle biologique de certaines espèces (nidification de l'avifaune, par exemple) ou pour préserver le cadre de vie des riverains (activités touristiques saisonnières, par exemple).

Enfin, l'étude d'impact peut définir, en fonction de l'impact attendu du chantier, la liste des mesures techniques à prendre pendant le chantier pour réduire ses effets temporaires et permanents. Il est recommandé que cette liste soit intégrée au dossier de consultation des entreprises pour la construction des installations photovoltaïques au sol. Dans leurs réponses, les entreprises ont la possibilité d'établir un plan de gestion environnemental du chantier.

### DE L'ÉTUDE D'IMPACT AU PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTAL

Les effets du chantier peuvent être fortement réduits, et pour certains supprimés, si le chantier est accompagné par un plan de gestion environnemental (PGE). Le maître d'ouvrage a la possibilité d'accompagner la phase de travaux d'un PGE<sup>65</sup> afin d'anticiper les risques environnementaux et de maîtriser sur le terrain les impacts prévus et potentiels des différentes opérations (préparation du terrain, fondations, tranchées et raccordements électriques, pose des panneaux, construction des dépendances).

Le PGE du chantier peut aller de la simple liste de vérification à un ensemble complet de plans spécifiques à chaque activité ou problématique environnementale. Le niveau de détail et de complexité attendu sera adapté aux impacts potentiels du projet selon le principe de proportionnalité. Le PGE repose sur :

- ✓ l'engagement du maître d'ouvrage et des entreprises pendant la conduite du chantier de construction, au regard des principes de développement durable et de la protection de l'environnement ;
- ✓ la définition d'un plan d'action (moyens et procédures) pour limiter les impacts environnementaux et améliorer la performance environnementale du projet ;
- ✓ la formation et la sensibilisation du personnel des entreprises ;
- ✓ un programme de surveillance du milieu pour quantifier les impacts du projet sur le milieu et mettre en place, si nécessaire, les actions correctives et préventives.

Illustration n°1 : L'utilisation de pieux pour les fondations destinées à soutenir les supports des panneaux présente l'avantage de réduire les impacts sur l'imperméabilisation des sols.



Illustration n°2 : L'enfouissement des câbles à l'intérieur de fourreaux nécessite l'ouverture de tranchées, d'une profondeur comprise entre 0,7 et 0,9 m produisant généralement des matériaux excédentaires lors du recouvrement de la tranchée.

Ces matériaux peuvent servir à compenser les différences topographiques du terrain lorsque cela s'avère nécessaire ou à stabiliser les pistes d'accès à l'exploitation.



<sup>65</sup> Il est recommandé qu'un PGE accompagne le chantier de déconstruction lors du démantèlement des installations.

Illustration n°3 : la collecte sélective des déchets de chantier et leur destination finale par filière de traitement est une recommandation que peut faire l'étude d'impact. La mise en place opérationnelle de cette action relève du plan de gestion environnemental du chantier.



3

4



Illustration n°4 : l'étude d'impact peut recommander des mesures permettant de protéger un habitat ou une espèce pendant les opérations de chantier. La photo ci-contre présente un balisage circonstancié d'un habitat d'espèces afin d'éviter sa destruction par la circulation des engins de chantier.

Zone de balisage

Station de l'espèce

#### Le traitement et le recyclage des matériaux

Un plan de gestion environnemental du chantier de déconstruction est recommandé pour aider le maître d'ouvrage à anticiper les impacts du chantier de déconstruction et notamment à contrôler la traçabilité de la destination de l'ensemble des matériaux destinés au recyclage ou à une réutilisation potentielle. Le PGE pourra être accompagné précisément d'un plan spécifique gestion des déchets et recyclage des matériaux (voir annexe 6). Ainsi, les matériaux et déchets (hors modules) pourront être valorisés dans les filières existantes (réemploi, recyclage, régénération et incinération avec récupération d'énergie, etc.).

Les onduleurs relèvent de la directive européenne n° 2002/96/CE portant sur les déchets d'équipements

électriques et électroniques (DEEE). Cette directive oblige depuis 2005 les fabricants d'appareils électroniques, et donc les fabricants d'onduleurs, à réaliser à leurs frais la collecte et le recyclage de leurs produits.

En revanche, la gestion des modules photovoltaïques et de leurs composants en fin de vie reste pour l'instant peu réglementée. Ils ne sont jusqu'à présent pas concernés par la directive européenne sur les déchets électroniques<sup>66</sup>. Des filières de recyclage existent déjà aux États-Unis et au Japon. L'annexe 6 présente un exemple de recyclage de modules photovoltaïques.

En Europe, des producteurs internationaux de modules photovoltaïques, représentant plus de 70 % du marché européen, se sont entendus au sein de l'association PV cycle (voir encadré) sur un accord volontaire de recyclage

<sup>66</sup> Directive européenne 2002/96/CE du 27 janvier 2003, relative aux déchets d'équipements électriques et électroniques (dite directive DEEE).

### L'ASSOCIATION PV CYCLE POUR RECYCLER LES MODULES PHOTOVOLTAÏQUES <sup>67</sup>

L'objectif de l'association PV cycle, créée en 2007, est d'atteindre 65 % minimum de collecte des modules usagés installés en France depuis 1990 et de recycler 85 % des déchets (séparation des composants, procédés de purification, réutilisation). Une information précise et détaillée est également prévue sur les modalités de reprise (étiquetage, mentions écrites). La réalisation des objectifs est suivie par un comité indépendant composé de représentants du Parlement européen, de la Commission européenne, de l'Association européenne de l'industrie photovoltaïque (EPIA), de PV cycle et d'organisations non gouvernementales.

PV cycle prévoit qu'il y aura 3 000 tonnes de modules photovoltaïques à collecter et à recycler en Europe en 2010 et quelques 130 000 tonnes à l'horizon 2030. Enfin, certains producteurs de modules, non membres de PV cycle, ont développé leur propre programme de collecte et de recyclage.

de modules usagés sur l'ensemble du territoire de l'Union européenne.

Le porteur de projet pourra indiquer dans l'étude d'impact que son fournisseur adhère à une structure collective de collecte, en vue de la reprise et du recyclage des équipements.

### Mesures de réduction lors du fonctionnement de l'installation

Pour réduire les effets en phase d'exploitation, les mesures de réduction complètent la conception du projet. Elles sont à adapter en fonction des effets particuliers identifiés sur chaque site. Quelques exemples sont donnés à titre indicatif ci-dessous et dans l'annexe 5.

MILIEU PHYSIQUE	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Choix de fondations adaptées au sol et minimisant l'emprise au sol pour diminuer l'imperméabilisation.</li> <li>✓ Dispositif de drainage des eaux de ruissellement à l'aplomb de chaque rangée de panneaux et permettant de réduire l'érosion du sol.</li> </ul>
RISQUES NATURELS	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Création d'une bande débroussaillée autour du site et des postes électriques en milieu fortement inflammable.</li> </ul>
MILIEU NATUREL	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Choix de l'implantation du projet : ajuster l'implantation du projet de manière à minimiser les impacts directs sur la faune et la flore permet, dans la plupart des cas, d'éviter la destruction d'espèces patrimoniales et/ou protégées <sup>68</sup> et de trouver un compromis entre les enjeux écologiques les contraintes d'exploitation du projet.</li> </ul>
PAYSAGE	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Projet de paysage : les mesures de réduction sont minimales si le principe de rechercher un aménagement de paysage est bien appliqué.</li> <li>✓ Clôture minimale (hauteur et couleur adaptées, choix du maillage du grillage), etc.</li> </ul>
AGRICULTURE	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Création de zones tampons végétales entre le projet et les espaces naturels ou autres espaces liés à d'autres affectations.</li> </ul>

<sup>67</sup> Association PV cycle, Gestion des modules en fin de vie, accord volontaire des sociétés membres, déclaration, décembre 2008. Consultable sur [www.pvcycle.org](http://www.pvcycle.org).

<sup>68</sup> Le code de l'environnement établit un régime de protection stricte de certaines espèces, interdisant certaines activités (destruction, capture, transport par exemple) portant sur les espèces protégées. Le projet doit donc être conçu de manière à éviter de porter atteinte aux espèces protégées. Les dérogations sont obtenues exceptionnellement sur la base d'un dossier présenté à l'administration (voir la partie sur le cadre réglementaire dans « Généralités »).



## CHAMPS ÉLECTROMAGNÉTIQUES

- ✓ Précautions permettant de réduire l'intensité du champ électromagnétique du côté courant alternatif vers le côté courant continu de l'onduleur :
  - installer un filtre de champ électromagnétique du côté du courant alternatif de l'onduleur en le reliant avec un câble aussi court que possible ;
  - placer ensuite le câble alimentant le filtre en courant alternatif, le plus loin possible des câbles reliant les panneaux à l'onduleur.
- ✓ Installation des équipements électriques dans un local technique dont les parois faradisées bloquent les champs électriques.
- ✓ Réduction de la longueur des câbles inutilement longs, raccordement à la terre, etc. Ces mesures permettent de réduire significativement l'intensité des champs électromagnétiques.

## BRUIT

- ✓ Prise en compte de la directivité lors de l'implantation du poste ou du local en fonction des récepteurs acoustiques sensibles.
- ✓ Mise en place de silencieux dans les gaines de ventilation pour réduire le rayonnement acoustique du bâtiment de façon significative, si nécessaire.
- ✓ Mise en place de merlons (talus de terre) ou écrans classiques entre la source de bruit et l'habitation dans le cas où cet enjeu serait avéré (l'efficacité est d'autant meilleure que la distance entre l'écran et la source est faible).

## → LES MESURES POUR COMPENSER

### Définition

Les mesures compensatoires sont des mesures à caractère exceptionnel. Elles ont pour objet d'apporter une contrepartie aux conséquences dommageables qui n'ont pu être évitées ou suffisamment réduites. Ces mesures présentent les caractéristiques suivantes :

- elles sont en relation avec un impact direct ou indirect qui a pu être quantifié ;
- elles s'exercent dans le même domaine, ou dans un domaine voisin de cet impact ;
- elles sont localisées hors de l'emprise finale du projet et des ses aménagements connexes.

Les mesures compensatoires peuvent concerner tous les thèmes de l'environnement.

### Exemples de mesures compensatoires pour les habitats naturels, la faune et la flore

#### La préservation et la mise en valeur

Les acquisitions de terrain peuvent participer au maintien du bon état de conservation des milieux car il est alors possible de soustraire des milieux sensibles à des changements d'utilisation. Il est recommandé de gérer les milieux ainsi préservés, par exemple en rétrocédant les espaces à des gestionnaires de milieux naturels.

#### La restauration et réhabilitation de milieux naturels

Elles concernent des milieux naturels se trouvant dans un état d'altération – dont le projet n'est pas la cause – qui ne leur permet pas d'assurer leurs fonctionnalités écologiques. Les mesures compensatoires peuvent consister en des travaux destinés à restaurer ces fonctionnalités : reconstitution de sols, plantations, reconstitution de berges, etc.

#### La création de milieux

Il s'agit de créer un milieu d'intérêt écologique, par exemple une mare ou une zone humide. De telles mesures d'envergure présentent parfois un caractère expérimental. Elles requièrent des compétences pluridisciplinaires dans les domaines du génie civil, du génie écologique, de l'hydraulique, etc.

#### Conditions de mise en œuvre des mesures compensatoires

##### La faisabilité de la mesure

La mesure compensatoire doit tout d'abord être réalisable du point de vue technique et scientifique. Par exemple, lorsque des mesures de génie écologique sont envisagées (création, réhabilitation), il convient de s'assurer de leurs chances de réussite car les facteurs biologiques sont variables et imprévisibles. La mesure doit aussi être réalisable du point de vue du foncier : il faut s'assurer des possibilités d'acquisition de terrains et du coût de telles opérations.

##### L'adaptation de la mesure aux effets négatifs à compenser

Le résultat positif de la mesure doit être, du point de vue quantitatif, au minimum équivalent à la perte due à l'effet négatif que l'on souhaite compenser.

S'il est difficile d'établir précisément un ratio de compensation, c'est-à-dire le rapport entre la surface concernée par l'impact et la surface concernée par la mesure compensatoire, il conviendra de considérer la valeur patrimoniale. Ainsi, plus un habitat ou une espèce a une valeur patrimoniale forte, plus la surface concernée par la mesure compensatoire sera importante, indépendamment de la surface sur laquelle a lieu l'impact du projet.

### La pérennité de la mesure

Le maître d'ouvrage doit s'assurer de la maîtrise du foncier afin de garantir la pérennité de la mesure compensatoire. À ce titre, l'acquisition est le moyen le plus adapté. Le site peut éventuellement être rétrocédé à un organisme public.

Il convient également de rechercher une protection forte du terrain. La préservation de la vocation écologique des terrains par des mesures réglementaires peut à cet effet

être envisagée (réserve naturelle, arrêté préfectoral de protection de biotope). Cependant l'instauration d'une telle mesure de protection ne dépend pas du maître d'ouvrage du projet.

Enfin, une gestion écologique pérenne et adaptée doit être assurée pour permettre la préservation ou le retour à un bon état écologique des espaces naturels ayant fait l'objet d'une intervention ou d'une action particulière dans le cadre d'une compensation.



Restauration d'une parcelle en prairie



Mare après restauration

### Les mesures compensatoires relatives aux sites Natura 2000

Le recours à des mesures compensatoires est une possibilité à la fois dans le cadre de l'étude d'impact sur l'environnement et dans celui de l'évaluation des incidences au regard de la conservation des sites Natura 2000<sup>69</sup>.

Dans les deux cas, la notion de mesure compensatoire est similaire puisqu'il s'agit d'offrir des contreparties à des dommages non réductibles d'un projet. Cependant, le champ et les modalités d'application diffèrent d'une évaluation à l'autre.

L'évaluation Natura 2000 doit conclure sur les répercussions du projet sur l'intégrité des sites concernés<sup>70</sup> et montrer qu'il ne subsiste aucun doute raisonnable d'un point de vue scientifique quant à l'absence d'incidences sur le site après application de mesures réductrices. En cas de doute ou de conclusions négatives, le maître d'ouvrage doit établir que :

- le projet présenté est le moins préjudiciable pour les habitats, les espèces et l'intégrité du site Natura 2000, indépendamment des considérations économiques, et qu'il n'existe pas d'autres solutions alternatives réalisables qui ne porteraient pas atteinte à l'intégrité du site ;
- la réalisation du projet est justifiée par des raisons impératives d'intérêt public majeur, y compris de nature sociale ou économique.

Les mesures compensatoires nécessaires pour sauvegarder l'intégrité globale du site Natura 2000 ne peuvent donc être envisagées qu'en l'absence d'alternatives appropriées et qu'en raison de l'existence de raisons impératives d'intérêt public majeur établies et étayées. Cette situation implique, selon les cas, une information ou un avis préalable de la Commission européenne.

Lorsque des mesures compensatoires sont prises au titre de Natura 2000, leur calendrier de mise en œuvre doit garantir la continuité des processus écologiques essentiels pour préserver les fonctions et la structure biologiques qui contribuent à la cohérence globale du réseau<sup>71</sup>. En conséquence, les mesures doivent être réalisées si possible avant les travaux. Toutes les dispositions techniques, juridiques ou financières nécessaires à la mise en œuvre des mesures compensatoires doivent être établies avant le démarrage du projet, de manière à éviter tout retard imprévu susceptible de compromettre l'efficacité des mesures.

### → LES MESURES D'ACCOMPAGNEMENT

#### Définition des mesures d'accompagnement

Les mesures d'accompagnement concernent toutes les mesures proposées par le maître d'ouvrage qui ne sont pas en relation avec la suppression, la réduction ou la

<sup>69</sup> Article L 414-4 du code de l'environnement.

<sup>70</sup> Commission européenne, document d'orientation concernant l'article 6, paragraphe 4, de la directive habitats, janvier 2007. Disponible sur <http://ec.europa.eu>

<sup>71</sup> Article R 414-23 du code de l'environnement.

compensation d'un impact particulier du projet. Ces mesures participent à son acceptabilité.

Ces mesures peuvent par exemple avoir pour objectif d'améliorer la connaissance sur les habitats naturels, la flore et la faune et les impacts des installations photovoltaïques et de contribuer à la préservation de la biodiversité. Il s'agit, par exemple, de réaliser un suivi écologique, des opérations de sauvegarde d'espèces (transplantation d'espèces végétales ou déplacements d'une population animale, par exemple), de participer financièrement à des programmes de restauration écologique portés par d'autres acteurs (programmes européens LIFE, programmes nationaux ou régionaux, DOCOB, plans de gestion, etc.), de subventionner des programmes de recherche en vue de la création de nouveaux outils permettant de préciser les effets des installations photovoltaïques, etc.

Les mesures d'accompagnement peuvent aussi garantir le maintien de l'activité agricole et améliorer les conditions d'exploitation : les mesures d'accompagnement consistent par exemple à rétablir des dessertes agricoles, désenclaver des sièges d'exploitation, rétablir des réseaux d'hydraulique agricole. À ce titre, les mesures consistant en la mise en place d'activités pastorales ou agricoles (élevage ovin, apiculture, récolte de fourrage, etc.) ne doivent pas être présentées comme des mesures de réduction des impacts mais des mesures d'entretien des espaces situés entre les rangées de panneaux.

### Le suivi de l'impact écologique des installations photovoltaïques au sol

Le suivi permet de vérifier la qualité de l'étude d'impact et de s'assurer que le projet présente bien les impacts attendus. La connaissance approfondie des effets des installations photovoltaïques au sol faisant encore défaut, un suivi de l'impact écologique est utile pour améliorer la pertinence des études d'impact ultérieures. Le contenu du suivi écologique doit être en relation avec l'intensité des impacts identifiés pour un projet donné et porter sur les principaux effets identifiés. Cette démarche peut par exemple consister en :

→ l'évaluation de l'efficacité et de l'efficience des mesures proposées dans l'étude d'impact ;

- le suivi de la colonisation végétale du site ou le suivi de stations d'espèces végétales particulières ;
  - le suivi du comportement de la faune volante à l'approche des panneaux photovoltaïques et éventuellement le recensement des collisions ;
  - l'évaluation des variations enregistrées en termes de biodiversité (diversité des espèces et abondance).
- La réalisation d'un suivi écologique nécessite, pour exploiter les résultats, l'établissement d'un protocole précis et la définition d'indicateurs. La durée du suivi est variable. En général, un suivi minimum de cinq ans est requis pour pouvoir observer les premières étapes de la colonisation végétale d'un site. Afin de s'assurer de la qualité du suivi, il est recommandé que celui-ci soit conçu et réalisé par un écologue. Les résultats de ces suivis doivent être publics et tenus à la disposition des services de l'État.

### COMMENT PRÉSENTER LES MESURES DANS L'ÉTUDE D'IMPACT ?

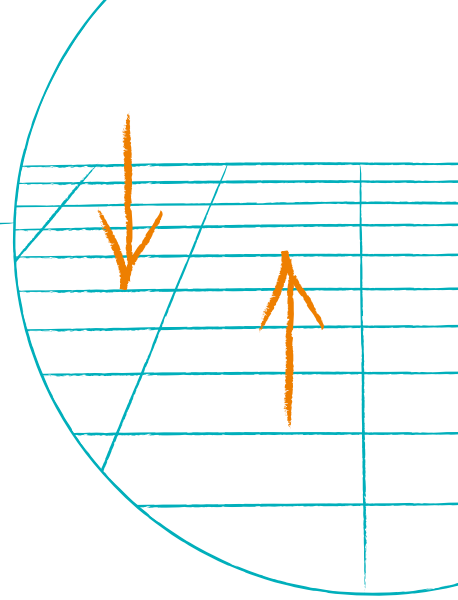
Quel que soit le type de mesure concernée, l'étude d'impact doit présenter a minima les éléments suivants :

- la nature de la mesure (suppression, réduction ou compensation) et le résultat, ou bénéfice, attendu de son application. La mesure doit être une réponse à un effet mis en évidence par l'étude et doit être proportionnée à l'intensité de cet effet ;
- ses caractéristiques générales : techniques à privilégier, précautions de mise en œuvre, période d'intervention à respecter, contrôle scientifique ;
- la localisation de la mesure par rapport au projet, soit dans l'emprise ou à proximité du projet (in situ), soit ailleurs (ex situ), et le statut foncier de la zone concernée par la mesure à la date de l'étude d'impact ;
- pour les mesures compensatoires, les modalités d'acquisition et les conditions de pérennité de la mesure : suivi technique, gestion des espaces, encadrement réglementaire et juridique ;
- la faisabilité administrative et juridique ;
- le calendrier opérationnel associé ;
- l'estimation des dépenses correspondantes : investissement, entretien, gestion et suivi.



Suivi écologique

# ANALYSE DES MÉTHODES



## ARTICLE R.122-3 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

« L'étude d'impact présente une analyse des méthodes utilisées pour évaluer les effets du projet sur l'environnement mentionnant les difficultés éventuelles de nature technique ou scientifique rencontrées pour établir cette évaluation ».

La partie de l'étude d'impact relatif à l'analyse des méthodes en constitue en quelque sorte le plan assurance qualité. Elle indique les méthodes d'évaluation utilisées et leurs limites, pour montrer la fiabilité et la crédibilité des résultats et des conclusions présentées dans le corps de l'étude. Cette partie est utile pour l'autorité environnementale qui aura un avis à donner sur la qualité de l'étude d'impact et pour le public qui pourra ainsi fonder son opinion sur le projet, sans toutefois remettre en cause la fiabilité des méthodes mises en œuvre pour évaluer ses effets.

L'ensemble des méthodes pour analyser et évaluer les effets sur l'environnement sont décrites pour chacun des thèmes concernés : méthodes de prélèvement et d'échantillonnage, traitement des données, caractéristiques des modélisations numériques, qualité de l'expertise fournie. Cette partie signale également les difficultés qui sont apparues notamment lors de la collecte des informations, lors de leur analyse et de leur traitement ou lors de l'établissement du diagnostic d'ensemble telles que des lacunes dans la connaissance scientifique et technique, des situations particulières, une absence de modèle de référence, etc. Le regroupement de l'analyse des méthodes présente l'intérêt de décharger les autres parties du dossier et le rend plus accessible à la lecture, en particulier pour le public non technicien.

### → MÉTHODES À ANALYSER

L'analyse des méthodes concerne réglementairement les méthodes relatives à l'évaluation des effets du projet sur l'environnement et la santé. Cela concerne donc par extension l'ensemble des parties de l'étude d'impact car toutes contribuent à l'évaluation des effets du projet :

- les méthodes d'inventaire et d'échantillonnage mises en œuvre dans le cadre de l'analyse de l'état initial du site ;
- les méthodes d'appréciation quantitative et qualitative des effets du projet et d'évaluation des impacts ;
- les méthodes utilisées pour choisir le projet parmi les partis envisagés (par exemple, les méthodes d'agrégation utilisées pour déterminer le caractère globalement acceptable du projet) ;
- les méthodes pour établir les mesures réductrices et compensatoires, lorsque ces dernières présentent

des facteurs d'incertitude de mise en œuvre pour des raisons techniques, administratives ou juridiques.

### → CONTENU DE L'ANALYSE DES MÉTHODES

L'analyse des méthodes doit s'attacher à décrire les opérations réalisées dans le cadre de l'étude, les données utilisées et leurs sources, justifier que les méthodes ont été employées à bon escient, indiquer si les protocoles sont standardisés et quelles ont été les limites lors de la mise en œuvre des méthodes et l'interprétation des résultats. L'analyse des méthodes porte sur l'ensemble de l'étude d'impact et plus particulièrement sur les méthodes employées pour réaliser l'analyse de l'état initial du site et de son environnement et analyser les effets du projet sur l'environnement et la santé.

#### Les méthodes pour l'analyse de l'état initial du site et de son environnement

Les modalités de recueil des données ayant servi de base à l'état initial ainsi que la manière dont les mesures ont été réalisées doivent être présentées.

#### Les données existantes utilisées

Le dossier d'étude d'impact précisera quelles recherches bibliographiques (références, auteurs et dates) ont été effectuées, les bases de données consultées, les administrations, organismes et associations consultés (joindre éventuellement le compte rendu des entretiens et/ou les réponses écrites), les données anciennes actualisées (par enquête ou projection par rapport aux données existantes).

#### Les mesures réalisées

Le dossier d'étude d'impact indiquera quelles méthodes ont été employées (photographies du site pour les photomontages, indices d'écoute pour les oiseaux, techniques de piégeage pour les micromammifères, photo-interprétation pour la végétation, analyses de sols, système d'information géographique, etc.), le caractère significatif des mesures (saison, époque du prélèvement, période), le nom et la qualité des experts sollicités dans des domaines spécialisés, le nom des laboratoires procédant

aux analyses et leurs agréments ainsi que les difficultés rencontrées dans la mise en œuvre des protocoles de mesures ou d'analyse (aléas météorologiques, échantillonnage ou matériel déficients, période et durée des mesures non respectées).

### **Les méthodes pour l'analyse des effets sur l'environnement**

Il existe différentes familles de méthodes pour analyser et évaluer les effets d'un projet photovoltaïque sur l'environnement. Chacune présente des avantages et des inconvénients. Aussi le choix de la ou des méthodes adaptées aux évaluations doit-il être explicité et les risques d'erreur et les facteurs d'incertitude précisés.

#### **Les opinions d'experts**

Il est ici fait appel à l'expertise pour émettre une évaluation circonstanciée des effets du projet sur les composantes de l'environnement. L'avis d'expert doit être étayé par des démonstrations scientifiques. Le nom et les compétences de ces experts doivent être cités, qu'il s'agisse de biologistes spécialisés dans certains groupes faunistique, de botanistes, d'hydrologues, de paysagistes, etc.

#### **Les méthodes qualitatives**

Les méthodes qualitatives sont utilisées par exemple pour juger de l'intégration des installations dans le paysage. Ces méthodes présentent des limites d'utilisation : il conviendra de préciser les focales des appareils photo, les logiciels d'infographie visuelle, les conditions de réalisation des enquêtes sociologiques (nombre d'enquêtes, paramètres pris en considération), etc.

#### **La prévision des incidences par analogie**

La prévision des incidences par analogie repose sur la comparaison du projet avec les effets constatés sur des sites photovoltaïques en cours d'exploitation. Il s'agit d'extrapoler les résultats acquis sur ces sites. Il est donc nécessaire de disposer d'un retour d'expérience dans des conditions comparables à celle du projet en termes de types d'installations et de milieux biogéographiques. Or, les retours d'expériences sont aujourd'hui faibles en ce qui concerne les effets directs et indirects des installations photovoltaïques au sol. Cette méthode par analogie présente donc des limites.

#### **L'utilisation de systèmes d'information géographiques**

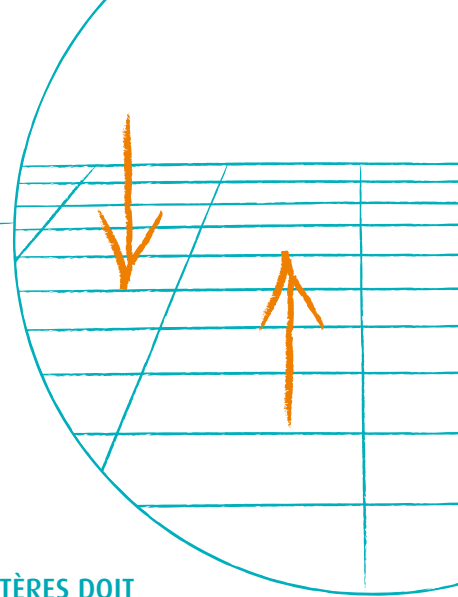
Les systèmes d'information géographiques (SIG) permettent de produire des cartes de contraintes ou des cartes de sensibilité. Les SIG combinent la cartographie par ordinateur, c'est-à-dire l'accumulation de données cartographiques, et des bases de données où sont répertoriées les informations telles que la morphologie des terrains. Les SIG permettent de présenter, combiner et analyser un ensemble de variables.

#### **Modèles de prévision quantitatifs**

La modélisation permet d'identifier les composantes d'un écosystème, d'en représenter la structure et d'en définir les relations fonctionnelles grâce à des outils de modélisation ou modèles qualitatifs ou quantitatifs. Les modèles permettent de simuler les changements de l'environnement (avec ou sans projet) et d'évaluer les mesures visant à supprimer, réduire ou compenser les effets dommageables. Le dossier d'étude d'impact apportera des précisions sur les modèles utilisés (fiche technique du modèle), les conditions aux limites (représentativité de l'aire d'étude, hypothèses conservatrices, paramètres aux limites) et les conditions de paramétrage (mesures sur le terrain).



# LE RÉSUMÉ NON TECHNIQUE



## ARTICLE R.122-3 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

« Afin de faciliter la prise de connaissance par le public des informations contenues dans l'étude, celle-ci fait l'objet d'un résumé non technique ».

L'étude d'impact doit être suffisamment argumentée et détaillée pour répondre aux questions techniques et scientifiques que pose le projet. Mais elle doit aussi être aisément compréhensible par le grand public puisque l'une de ses fonctions est d'informer ce public sur les décisions prises et leurs conséquences sur l'environnement. La conciliation de ces deux objectifs contradictoires est permise grâce au résumé non technique qui accompagne l'étude d'impact et qui est destiné à en faciliter sa compréhension par le public.



## À QUELS CRITÈRES DOIT RÉPONDRE LE RÉSUMÉ NON TECHNIQUE ?

Le résumé reprend sous forme synthétique les éléments essentiels ainsi que les conclusions de chacune des parties de l'étude d'impact. Il doit être complet, objectif, pertinent, équilibré et en cohérence avec l'importance du projet.

<b>IL EST COMPLET</b>	<p>Il doit traiter tous les aspects de l'évaluation et présenter les principales conclusions de l'étude d'impact, c'est-à-dire celles qui constituent un enjeu par rapport à la protection de l'environnement. Le lecteur doit retrouver, comme dans l'étude elle-même, les cinq parties réglementaires. Le résumé doit donc au minimum :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ fournir une description sommaire du projet ;</li> <li>✓ présenter une synthèse de l'état initial de l'environnement pour les paramètres concernés par le projet ;</li> <li>✓ caractériser les impacts principaux et, chaque fois qu'il est possible, les quantifier ;</li> <li>✓ décliner les raisons essentielles du choix du projet en rappelant les partis et variantes qui ont été étudiées ;</li> <li>✓ justifier les mesures réductrices et compensatoires ainsi que l'effort financier que le maître d'ouvrage s'engage à fournir pour réaliser ces mesures.</li> </ul>
<b>IL EST OBJECTIF</b>	<p>Sous prétexte de concision et de simplicité, le résumé ne doit pas occulter un impact important alors qu'il figure dans l'étude d'impact ou en atténuer l'importance en laissant planer un doute sur la valeur absolue ou relative de l'impact même si celle-ci est quantifiée précisément dans le corps de l'étude. Il présente aussi bien les effets positifs des installations, notamment sur le territoire d'implantation, que les effets résiduels négatifs.</p>
<b>IL EST PERTINENT</b>	<p>À ce titre, le résumé peut :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ hiérarchiser les impacts en désignant les impacts principaux et les mesures destinées à les supprimer, les réduire et les compenser ;</li> <li>✓ citer, mais sans les développer, les impacts secondaires qui n'ont pas de conséquences majeures sur l'environnement, ou les mesures de détail associées ;</li> <li>✓ faire référence aux composantes de l'environnement qui ne seront pas touchées par le projet.</li> </ul>
<b>IL EST ÉQUILIBRÉ</b>	<p>Le résumé ne doit pas développer outre mesure l'une ou l'autre de ses parties. Il doit toutefois mettre l'accent sur l'analyse des effets et les mesures réductrices.</p>
<b>IL EST COHÉRENT AVEC L'IMPORTANCE DU PROJET</b>	<p>Comme pour le corps de l'étude d'impact, le résumé doit aussi répondre à la règle de proportionnalité. Sa longueur est fonction de l'importance du projet et des enjeux environnementaux.</p>

## → QUELLE FORME PEUT REVÊTIR LE RÉSUMÉ ?

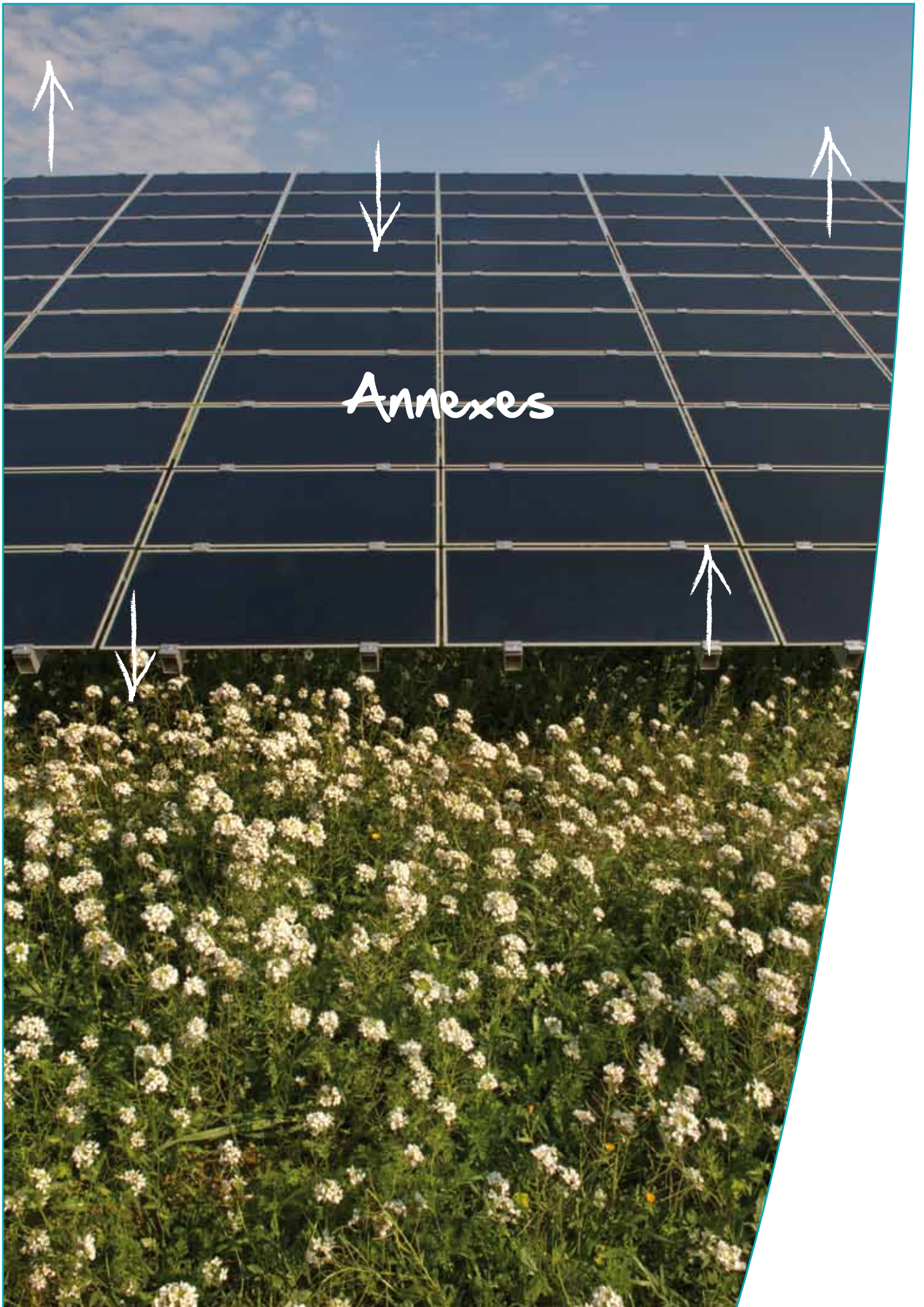
<p><b>IL EST FACILEMENT IDENTIFIABLE</b></p>	<p>Il doit faire partie du dossier d'étude d'impact sans en constituer un volet séparé. Il peut être repérable par sa position dans le corps de l'étude (en tête du dossier), la typographie employée (police différente du corps du texte ou encadré) ou le support (pages de couleur). En marge du texte du résumé, des repères peuvent indiquer le numéro des pages du dossier d'étude d'impact où sont débattues les questions qu'il aborde.</p>
<p><b>IL EST INFORMATIF</b></p>	<p>L'écriture du résumé doit être compréhensible par le public. Le résumé doit employer un langage courant exempt de jargon technique, en expliquant éventuellement les termes techniques et scientifiques utilisés (glossaire simplifié) et en l'illustrant avec quelques schémas simples. Il peut inclure un tableau récapitulatif présentant en colonnes les parties analyse de l'état initial, les effets sur l'environnement et la santé, les mesures de suppression, réduction et compensation et, en lignes, les composantes de l'environnement concernées par le projet.</p>
<p><b>IL EST ILLUSTRÉ POUR UNE MEILLEURE COMPRÉHENSION</b></p>	<p>L'expression graphique doit accompagner l'expression écrite. Des cartes, figures et photos judicieusement choisies seront utiles à la bonne compréhension du texte. Il est recommandé de fournir au minimum :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ la carte de localisation du site ;</li> <li>✓ la carte de l'ensemble des enjeux environnementaux (y compris enjeux paysagers et cadre de vie) ;</li> <li>✓ la présentation du projet (composition générale des installations et des dépendances, type de panneaux solaires) ;</li> <li>✓ des vues du site avant l'implantation du projet, accompagnées de coupes en travers type ;</li> <li>✓ plusieurs photomontages significatifs (avec indication des points de vue).</li> </ul>



Installation photovoltaïque au sol







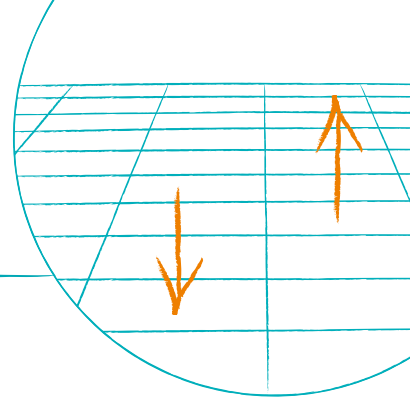
Annexes

# ANNEXES

<b>ANNEXE 1</b>	Approche des effets sur l'environnement des installations photovoltaïques au sol équipées de suiveurs	111
<b>ANNEXE 2</b>	Détail des procédures administratives	114
<b>ANNEXE 3</b>	Méthode expérimentale d'évaluation mathématique de l'impact visuel des installations photovoltaïques au sol	119
<b>ANNEXE 4</b>	Risques de pollution chimique par les composants des cellules photovoltaïques (exemple du CdTe)	120
<b>ANNEXE 5</b>	Principaux effets d'une installation photovoltaïque	121
<b>ANNEXE 6</b>	Le traitement et le recyclage des matériaux et des modules	134
<b>ANNEXE 7</b>	Glossaire	136
<b>ANNEXE 8</b>	Sigles	139
<b>ANNEXE 9</b>	Références bibliographiques	140
<b>ANNEXE 10</b>	Membres du comité de pilotage pour la rédaction du guide	142



## ANNEXE 1 Approche des effets sur l'environnement des installations photovoltaïques au sol équipées de suiveurs



Les modules photovoltaïques mobiles et orientables ou suiveurs, aussi appelés « trackers » constituent une technologie différente des modules fixes. Ils sont équipés d'une motorisation leur permettant de suivre la course du soleil pour optimiser l'exposition des modules et donc leur rendement. Ils nécessitent un investissement et un entretien plus importants mais permettent de gagner en productivité.

Ils entraînent, a priori, des effets différents de ceux des modules fixes car ils sont plus hauts, leur densité d'occupation du sol est différente, leurs fondations conséquentes et leur exploitation nécessite plus de personnel. Le faible retour d'expériences sur le sujet ne permet pas de détailler leurs effets sur l'environnement. Cependant, cette annexe fait le point, au vu des informations disponibles<sup>72</sup>, sur les effets particuliers attendus de cette technologie.

### Caractéristiques techniques spécifiques aux projets équipés de suiveurs

### Effets potentiels sur l'environnement et comparaison avec les installations fixes

#### FONDATIONS DES PANNEAUX

Les installations pivotantes utilisent des fondations flottantes qui supportent une charge plus lourde : par exemple, le sol peut être déblayé jusqu'à 50 cm pour réaliser des fondations sous forme de massifs annulaires en béton d'un diamètre de 2,20 m et d'une hauteur de 1 m. Cependant, d'autres systèmes permettent de réduire l'emprise au sol des fondations, comme les fondations reportant l'effort sur la structure porteuse, elle-même en béton. Dans ce cas, l'emprise au sol n'est que de 0,6 m<sup>2</sup> et n'induit pas une imperméabilisation au sol significative.

Le chantier nécessite davantage de préparation des terrains (excavations) et de béton à mettre en œuvre que pour les installations fixes lorsqu'elles sont implantées sur des fondations légères de type pieu. Le taux d'imperméabilisation de la surface est plus important : il est à prendre en compte en comparant la surface totale des fondations à la surface totale du site. Enfin, la déconstruction des installations après cessation d'activité nécessitera des travaux de terrassement pour extraire les massifs fondés et remettre en état les sites (apport de terre végétale extérieure, replantations).

#### TAUX D'UTILISATION DE LA SURFACE

Les installations pivotantes présentent des taux d'utilisation de la surface (m<sup>2</sup>/kWc) plus élevés que les panneaux classiques. Elles présentent cependant un rendement majoré (jusqu'à 30 % par rapport aux installations fixes).

Exemples :

- ✓ pour une installation avec des panneaux fixes de 3 MWc, la surface totale sera de 7,2 ha, soit 24 m<sup>2</sup>/kWc ;
- ✓ pour une installation avec panneaux mobiles de 4,2 MWc, la surface totale sera de 13 ha, soit 31 m<sup>2</sup>/kWc.

La surface embarquée peut être de l'ordre de 11 à 13 m<sup>2</sup>, soit environ 8 modules par suiveur.

Une plus grande surface des panneaux nécessite des supports plus volumineux mobilisant une quantité non négligeable de matériaux métalliques à amener sur le chantier. La cessation d'activité amènera à déconstruire et à récupérer des modules de plus grande surface unitaire (recyclage) ainsi que des quantités plus importantes de matériaux métalliques. Le taux d'occupation du sol est moins élevé pour les installations à panneaux mobiles (m<sup>2</sup>/kWc supérieur), ce qui permet d'envisager plus facilement d'autres activités complémentaires au sol car les surfaces entre les suiveurs sont plus dégagées.

<sup>72</sup> Ministère du Développement durable/DGEC, *Guide sur la prise en compte de l'environnement dans les installations photovoltaïques au sol : l'exemple allemand*, janvier 2009. Disponible sur [www.developpement-durable.gouv.fr/-Energie-et-Climat,123-.html](http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Energie-et-Climat,123-.html)

## Caractéristiques techniques spécifiques aux projets équipés de suiveurs

## Effets potentiels sur l'environnement et comparaison avec les installations fixes

### DIMENSIONS, HAUTEUR AU-DESSUS DU SOL ET DENSITÉ

Les installations pivotantes sur un ou deux axes ont une hauteur au-dessus du sol comprise entre 0,6 m et 4 m selon la position des panneaux. Une hauteur d'environ 6 m au-dessus du sol et une superficie de modules de 50 m<sup>2</sup> sont courantes aujourd'hui pour les installations pivotantes de série. Les installations en rangées ont, par comparaison, des hauteurs totales un peu plus faibles. Les installations mobiles bénéficient d'un meilleur rendement par surface unitaire de panneaux et leur densité est plus faible compte tenu de l'espacement nécessaire à leur mouvement.

La hauteur plus élevée des suiveurs, leur densité plus faible (plus grand espacement entre les panneaux pour tenir compte de leur mobilité dans l'espace), l'épaisseur des supports, la dynamique de mouvement liée au pivotement programmé des installations peuvent composer dans le paysage une trame sensiblement différente de celle des panneaux fixes, moins hauts, plus réguliers et surtout immobiles. Les effets de ce nouvel élément de paysage, mobile au cours de la journée, devront être appréhendés par des méthodes différentes (vidéo, série de photos chronologiques, montage 3D) de celles habituellement mises en œuvre dans les études paysagères. Enfin la consommation d'espace est à examiner au regard de l'usage des sols sur lesquels les installations sont construites.

### RECOUVREMENT ET OMBRAGE AU SOL

L'ombrage créé par une installation est la projection de la surface modulaire sur le plan horizontal. Pour une installation fixe en rangées, la proportion de surface recouverte représente, selon le type de cellules, 30 % à 35 % de la surface de montage proprement dite. Les surfaces situées en dessous des modules sont donc ombragées toute l'année. Pour des installations pivotantes, il n'y a pas de surface recouverte au sens propre du terme puisqu'elle varie au cours de la journée. La dimension de la surface en permanence ou en partie ombragée d'une installation change en fonction de la course du soleil et peut se calculer avec exactitude. Par exemple, on estime que 6 % à 8 % seulement de la surface modulaire présentent une ombre permanente.

Les effets d'ombrage se ressentent au niveau de la flore et de la faune essentiellement sur des sites présentant des cortèges d'espèces adaptés à des conditions héliophiles. Sur ces sites, pour les installations fixes, un ombrage continu va entraîner une modification des cortèges d'espèces végétales par sélection des espèces adaptées à des conditions abiotiques plus ombragées. Cet effet sera moins marqué pour les suiveurs. Il apparaît probable que des espèces héliophiles pourront se maintenir et d'autres de mi-ombre coloniser peu à peu l'espace sous les panneaux. Il reste à établir si cette configuration sera pérenne pour les espèces ou si une compétition tendra à supplanter peu à peu les espèces héliophiles. La dynamique de milieu ne pourra éventuellement s'observer qu'à l'échelle de la décennie.

### ÉROSION DES SOLS DUE AU RUISSELLEMENT

Les suiveurs pivotent légèrement 5 à 6 fois par heure. Ils se mettent en position horizontale de sécurité selon les conditions climatiques.

Dans un système fixe, des figures d'érosion peuvent éventuellement prendre naissance à l'aplomb des écoulements de chaque panneau ou rangée de panneaux. Un système équipé de panneaux mobiles permet une répartition des eaux ruisselées sur l'ensemble du sol, à l'exception d'épisodes orageux de forte intensité où les panneaux seront figés en position de sécurité.

### RÉFLEXION DU SOLEIL SUR LES MODULES

Sur les installations équipées de suiveurs le rayonnement est réfléchi toujours à la perpendiculaire du soleil.

Le miroitement est supprimé du fait de la réflexion perpendiculaire aux panneaux. Les structures métalliques porteuses peuvent aussi réfléchir la lumière si elles ne sont pas revêtues de peinture mate.

### MOTORISATION DES PANNEAUX MOBILES

#### Bruit

Chaque ligne de suiveurs comporte un moteur saisonnier, un moteur journalier et un boîtier variateur. Ces moteurs fonctionnent du lever au coucher du soleil (environ toutes les 10 minutes pendant 3 s à 5 s). À la fin de la journée, environ une heure après le coucher du soleil, les modules s'arrêtent (selon la commande de l'installation). Ces moteurs présentent une puissance acoustique à la source de l'ordre de 55 à 58 dB(A), soit 37 à 40 dB(A) à 2 m de distance.

Les émissions sonores provoquée par le fonctionnement des moteurs sont faibles (en termes d'émergence) au regard du bruit résiduel ambiant en milieu naturel (par exemple un bruit de feuilles agitées par le vent équivaut à 35 dB(A)). Il y aura lieu de vérifier par des mesures in situ la contribution générale des installations au bruit ambiant lorsque l'ensemble des modules changent périodiquement de position dans l'espace. Les groupes faunistiques qui seraient potentiellement le plus susceptibles d'être dérangés par le bruit sont les oiseaux et les mammifères (grande faune et chauves-souris). Cependant, le phénomène d'accoutumance au bruit pour les oiseaux est très connu comme en témoignent les résultats mitigés de longues campagnes d'effarouchement par le bruit sur des aéroports par exemple. La plupart des déplacements de la grande faune se réalise en période nocturne lorsque les suiveurs ne sont plus en activité. Les effets du bruit devraient donc être minimales. En revanche, un effet de dérangement pourrait se produire pour les chauves-souris aux périodes de lever et coucher du soleil, alors que les suiveurs sont en début ou fin d'activité. Dans ce cas, un effet lié à la génération d'ultrasons par le bruit des suiveurs serait possible.

#### Consommation d'énergie

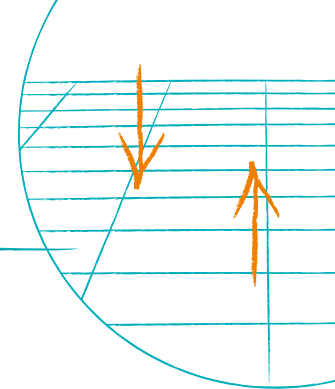
La consommation d'énergie des moteurs nécessaires au fonctionnement de l'installation serait de l'ordre de 0,5 % de la production annuelle.

La production de l'installation compense largement l'énergie nécessaire à son fonctionnement. De plus, l'énergie produite pour l'alimentation de ces moteurs est entièrement issue de la production électrique des installations photovoltaïques elles-mêmes. Les installations photovoltaïques, qu'elles soient fixes ou mobiles, ne rejettent aucun contaminant directement dans l'air.



Installation photovoltaïque équipée de suiveurs

## ANNEXE 2 Détail des procédures administratives



### ÉTUDE D'IMPACT ET ENQUÊTE PUBLIQUE

	Étude d'impact		Enquête publique	
	Aérien	Souterrain	Aérien	Souterrain
<b>TRAVAUX D'INSTALLATIONS PHOTOVOLTAÏQUES AU SOL</b>	Si puissance > 250 kWc		Si puissance > 250 kWc	
<b>INSTALLATIONS OU MODERNISATION D'OUVRAGES DE TRANSPORT ET DE DISTRIBUTION D'ÉLECTRICITÉ (LIGNES ÉLECTRIQUES)</b>	Si tension ≥ 63 kV	Si tension = 225 kV et longueur > 15 km	Si tension ≥ 63 kV	Si tension = 225 kV et longueur > 15 km
<b>INSTALLATION OU MODERNISATION DE POSTES DE TRANSFORMATION</b>	Si tension maximale ≥ 63 kV			

Code de l'environnement : articles R 122-8 et R123-1

### PROCÉDURES ÉLECTRIQUES

Demande	À qui ?	Régime		
		Réputé déclaré	Déclaration	Autorisation
<b>AUTORISATION D'EXPLOITER</b>	Ministère du Développement durable	Puissance < 250 kWc	Puissance comprise entre 250 kWc et 4,5 MWc	Puissance ≥ 4,5 MWc
<b>RACCORDEMENT AU RÉSEAU</b>	ERDF ou RTE	✓ Pour le réseau ERDF si la tension est inférieure à 63kV ✓ Pour le réseau RTE si la tension est supérieure ou égale à 63 kV		
<b>DEMANDE DE CERTIFICAT DONNANT DROIT À OBLIGATION D'ACHAT</b>	DREAL	Tacite si moins de 250 kWc	Demande à formuler si puissance ≥ 250 kWc	

**PERMIS DE CONSTRUIRE OU DÉCLARATION PRÉALABLE**

Installations photovoltaïques et constructions connexes		Formalités au titre de l'urbanisme
<b>INSTALLATIONS PHOTOVOLTAÏQUES DE PUISSANCE</b>	Supérieure à 250 kWc	Permis de construire
	Inférieure à 250 kWc <i>en dehors des secteurs protégés, si leur puissance crête est inférieure à 3 kWc et si leur hauteur maximale au-dessus du sol ne dépasse pas 1,80 m</i>	Déclaration préalable <i>Dispensées de formalités</i>
<b>LIGNES ÉLECTRIQUES DE TENSION</b>	< 63 kV	Déclaration préalable
	> 63 kV	Permis de construire
<b>POSTES DE RACCORDEMENT</b>	SHOB <sup>73</sup> comprise entre 2 m <sup>2</sup> et 20 m <sup>2</sup>	Déclaration préalable
	SHOB > à 20 m <sup>2</sup>	Permis de construire
<b>CLÔTURES</b>		Déclaration préalable (en secteur sauvegardé, en site inscrit, en site classé, en ZPPAUP, en monument historique avec co-visibilité, dans des secteurs délimités par le PLU ou sur délibération de la commune ou de l'EPCI compétent en matière de PLU)
<b>LIGNES SOUTERRAINES</b>		Dispensées

<sup>73</sup> La surface hors œuvre brute (SHOB) des constructions est égale à la somme des surfaces de plancher de chaque niveau, des surfaces des toitures-terrasses, des balcons ou loggias et des surfaces non closes situées au rez-de-chaussée, y compris l'épaisseur des murs et des cloisons.



**PROCÉDURES PARTICULIÈRES SI LE PROJET EST SITUÉ EN SECTEUR PROTÉGÉ**

Installations soumises à	Si les installations sont localisées	il est nécessaire d'obtenir
<b>DÉCLARATION PRÉALABLE</b>	En périmètre de monuments historiques avec co-visibilité ou en secteur sauvegardé	L'avis conforme de l'architecte des Bâtiments de France
	En périmètre de protection de monuments historiques hors co-visibilité, en site inscrit, ou en zone de protection du patrimoine architectural, urbain et paysage (ZPPAUP)	L'avis simple de l'architecte des Bâtiments de France
	En site classé	L'accord exprès du préfet après avis de l'architecte des Bâtiments de France
<b>PERMIS DE CONSTRUIRE</b>	En périmètre de monuments historiques avec co-visibilité ou en zone de protection du patrimoine architectural, urbain et paysage (ZPPAUP)	L'avis simple de l'architecte des Bâtiments de France
	En périmètre de monuments historiques hors co-visibilité ou en site inscrit	L'avis simple de l'architecte des Bâtiments de France
	En site classé	Une autorisation du ministre en charge des sites classés après avis de la commission départementale de la nature, des paysages et des sites

## AUTORISATION OU DÉCLARATION AU TITRE DE LA LOI SUR L'EAU

Rubriques	Désignation	Procédure
2. 1. 5. 0.	Rejet d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol, la surface totale du projet, augmentée de la surface correspondant à la partie du bassin naturel dont les écoulements sont interceptés par le projet, étant :	
	✓ supérieure ou égale à 20 ha	Autorisation
	✓ supérieure à 1 ha mais inférieure à 20 ha	Déclaration
3. 2. 2. 0.	Installations, ouvrages, remblais dans le lit majeur d'un cours d'eau :	
	✓ surface soustraite supérieure ou égale à 10 000 m <sup>2</sup>	Autorisation
	✓ surface soustraite supérieure ou égale à 400 m <sup>2</sup> et inférieure à 10 000 m <sup>2</sup>	Déclaration
3. 3. 1. 0.	Assèchement, mise en eau, imperméabilisation, remblais de zones humides ou de marais, la zone asséchée ou mise en eau étant :	
	✓ supérieure ou égale à 1 ha	Autorisation
	✓ supérieure à 0,1 ha, mais inférieure à 1 ha	Déclaration

Article R 214-1 du code de l'environnement

## ÉVALUATION DES INCIDENCES SUR LES SITES NATURA 2000

Procédure administrative concernée	Champ d'application du dispositif d'évaluation des incidences Natura 2000
<b>INSTALLATIONS PHOTOVOLTAÏQUES SOUMISES À ÉTUDE D'IMPACT ET ENQUÊTE PUBLIQUE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Évaluation des incidences Natura 2000 au titre de la liste nationale</li> <li>✓ Obligatoire à l'intérieur et en dehors des sites Natura 2000</li> </ul>
<b>INSTALLATIONS PHOTOVOLTAÏQUES SOUMISES À DÉCLARATION PRÉALABLE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Évaluation des incidences Natura 2000 si figure sur la liste locale</li> <li>✓ Se reporter à la liste locale pour le champ territorial d'application</li> </ul>
<b>DÉFRICHEMENTS SOUMIS À AUTORISATION S'ILS FONT L'OBJET D'UNE ÉTUDE OU NOTICE D'IMPACT (EN FONCTION DE LA SUPERFICIE CONCERNÉE)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Soumis à évaluation des incidences Natura 2000 au titre de la liste nationale (si étude ou notice d'impact)</li> <li>✓ Obligatoire en et hors site</li> </ul>

## Composition des dossiers complémentaires

### Dossier de demande d'autorisation de défrichement

Il est présentée par le propriétaire des terrains ou son mandataire. Il comprend les documents suivants (article R 311-1 du code forestier) :

- 1) les pièces justifiant que le demandeur a qualité pour présenter la demande et, hors le cas d'expropriation, l'accord exprès du propriétaire si ce dernier n'est pas le demandeur ;
- 2) l'adresse du demandeur et celle du propriétaire du terrain si ce dernier n'est pas le demandeur ;
- 3) lorsque le demandeur est une personne morale, l'acte autorisant le représentant qualifié de cette personne morale à déposer la demande ;
- 4) la dénomination des terrains à défricher ;
- 5) un plan de situation permettant de localiser la zone à défricher ;
- 6) un extrait du plan cadastral ;
- 7) l'indication de la superficie à défricher par parcelle cadastrale et du total de ces superficies ;
- 8) s'il y a lieu, l'étude d'impact ou la notice d'impact ;
- 9) une déclaration du demandeur indiquant si, à sa connaissance, les terrains ont été ou non parcourus par un incendie durant les quinze années précédant l'année de la demande ;
- 10) la destination des terrains après défrichement ;
- 11) un échéancier prévisionnel dans le cas d'exploitation de carrière.

Lorsque la demande d'autorisation de défrichement est relative à une forêt relevant du régime forestier, les pièces énumérées aux 5, 6, 7, 8 et 9 sont produites, pour le compte de la collectivité ou la personne morale propriétaire des terrains, par l'Office national des forêts.

La procédure de l'étude d'impact est applicable aux défrichements et premiers boisements d'un seul tenant soumis à autorisation et portant sur une superficie d'au moins 25 hectares (article R 122-8 du code de l'environnement). Les défrichements de superficie inférieure sont dispensés d'étude d'impact (R 122-5 du même code) mais doivent produire une notice d'impact (R 122-9).

### Dossier d'autorisation au titre de la loi sur l'eau

Il comprend les pièces suivantes (article R 214-6 du code de l'environnement – pour le dossier de déclaration, se reporter à l'article R 214-32 du même code) :

- 1) le nom et l'adresse du demandeur ;
- 2) l'emplacement sur lequel l'installation, l'ouvrage, les travaux ou l'activité doivent être réalisés ;
- 3) la nature, la consistance, le volume et l'objet de l'ouvrage, de l'installation, des travaux ou de l'activité envisagés, ainsi que la ou les rubriques de la nomenclature dans lesquelles ils doivent être rangés ;
- 4) un document :
  - ✓ indiquant les incidences directes et indirectes, temporaires et permanentes du projet sur la ressource en eau, le milieu aquatique, l'écoulement, le niveau et la qualité des eaux, y compris de ruissellement, en fonction des procédés mis en œuvre, des modalités d'exécution

des travaux ou de l'activité, du fonctionnement des ouvrages ou installations, de la nature, de l'origine et du volume des eaux utilisées ou affectées et compte tenu des variations saisonnières et climatiques,

- ✓ comportant, lorsque le projet est de nature à affecter de façon notable un site Natura 2000 au sens de l'article L 414-4, l'évaluation de ses incidences au regard des objectifs de conservation du site,
  - ✓ justifiant, le cas échéant, de la compatibilité du projet avec le schéma directeur ou le schéma d'aménagement et de gestion des eaux et de sa contribution à la réalisation des objectifs visés à l'article L 211-1 ainsi que des objectifs de qualité des eaux prévus par l'article D 211-10,
  - ✓ précisant s'il y a lieu les mesures correctives ou compensatoires envisagées.
- Lorsqu'une étude d'impact ou une notice d'impact est exigée en application des articles R 122-5 à R 122-9, elle est jointe à ce document, qu'elle remplace si elle contient les informations demandées ;
- 5) les moyens de surveillance prévus et, si l'opération présente un danger, les moyens d'intervention en cas d'incident ou d'accident ;
  - 6) les éléments graphiques, plans ou cartes utiles à la compréhension des pièces du dossier, notamment de celles mentionnées aux 3 et 4.

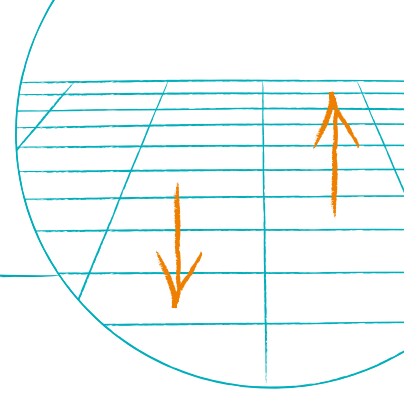
### Dossier de dérogation au titre des articles L 411-1 et L 411-2 du code de l'environnement

Son contenu est fixé par l'arrêté du 19 février 2007. La demande de dérogation est, sauf exception, adressée en trois exemplaires au préfet du département du lieu de réalisation de l'opération. Elle comprend :

- 1) les nom et prénoms, l'adresse, la qualification et la nature des activités du demandeur ou, pour une personne morale, sa dénomination, les nom, prénoms et qualification de son représentant, son adresse et la nature de ses activités ;
- 2) la description, en fonction de la nature de l'opération projetée :
  - ✓ du programme d'activité dans lequel s'inscrit la demande, de sa finalité et de son objectif ;
  - ✓ des espèces (nom scientifique et nom commun) concernées ;
  - ✓ du nombre et du sexe des spécimens de chacune des espèces faisant l'objet de la demande ;
  - ✓ de la période ou des dates d'intervention ;
  - ✓ des lieux d'intervention ;
  - ✓ s'il y a lieu, des mesures d'atténuation ou de compensation mises en œuvre, ayant des conséquences bénéfiques pour les espèces concernées ;
  - ✓ de la qualification des personnes amenées à intervenir ;
  - ✓ du protocole des interventions : modalités techniques, modalités d'enregistrement des données obtenues ;
  - ✓ des modalités de compte rendu des interventions.

Le pétitionnaire peut se reporter aux recommandations établies par le ministère du Développement durable pour la prise en compte des enjeux liés aux espèces protégées et pour la conduite d'éventuelles procédures de dérogation.

## ANNEXE 3 Méthode expérimentale d'évaluation mathématique de l'impact visuel des installations photovoltaïques au sol



Une équipe de chercheurs de l'université espagnole de Valence à élaboré une méthode d'évaluation mathématique de l'impact visuel<sup>74</sup>. Celle-ci se veut complémentaire aux approches classiques du paysage. Elle propose d'évaluer l'impact paysager par le calcul d'un indicateur synthétique reposant sur cinq critères :

- la visibilité ;
- la couleur ;
- l'aléa climatique ;
- la fractalité ;
- la diversité visuelle.

### L'évaluation objective de l'impact paysager repose sur l'utilisation de photomontages panoramiques valides.

La validité d'une photographie ou d'un photomontage pour l'évaluation du paysage est largement documentée dans la littérature<sup>75</sup>. Cinq indicateurs spécifiques à chaque critère sont calculés indépendamment avant d'être tous agrégés dans un indicateur synthétique représentant l'impact global. L'échelle de notation des indicateurs s'étale de 0 (impact nul) à 1 (impact total). Pour chaque critère, le mode de calcul des indicateurs est issu de la mise en commun des approches d'un groupe de dix experts via une méthode de consultation d'experts (Delphi).

### Impact dû à la surface visible = S

Il s'agit de calculer le rapport entre la surface prise par les installations par rapport à la surface photographiée restante du paysage initial. À partir de 15 % de la surface photographiée prise par l'installation photovoltaïque au sol, l'impact est considéré comme maximal.

### Impact dû à la couleur = C

Les contrastes de teinte, de saturation et de luminosité sont calculés pour l'installation, le paysage et le ciel par le modèle de représentation des couleurs CIE Lab grâce au logiciel Photoshop. Plus le contraste de couleur est important, plus l'impact est fort.

### Réduction de l'impact par l'aléa climatique = T

Un coefficient est alors calculé pour prendre en compte le fait que les conditions climatiques peuvent réduire la visibilité des installations et leur contraste de couleur avec le paysage. Les statistiques météorologiques de la zone sont utilisées pour identifier les probabilités de temps clair, de temps nuageux, de pluie et de brouillard. Ce coefficient vient modérer les deux impacts précédents. Il se rapproche

de 1 si les conditions météorologiques sont toujours très bonnes et de 0 si elles réduisent souvent la visibilité.

### Impact dû à la fractalité = F

On nomme fractale, une surface de forme irrégulière ou morcelée qui se crée en suivant des règles déterministes ou stochastiques impliquant une homothétie interne. Autrement dit, une forme, un objet ou un paysage est fractal lorsque sa structure suit un processus répétitif rendant sa structure uniforme bien qu'irrégulière. Le regard humain est attiré par les formes fractales qui contrastent avec un paysage naturel. Les degrés de fractalité des installations et celui du paysage sont calculés grâce à l'outil « matlab » du logiciel Photoshop. L'impact visuel croît avec l'écart de fractalité entre le paysage et les installations.

### Impact de la diversité visuelle = D

La diversité visuelle fait référence à la présence de deux types de modules et/ou de structures au sein d'une installation photovoltaïques au sol. La différence de concentration et de densité entre les deux types de structures peut entraîner un impact négatif sur la perception de l'installation. L'impact est considéré comme maximal lorsque l'installation est équitablement constituée par deux types de structures et de modules différents.

Selon les experts, l'indice synthétique **I** est obtenu par combinaison pondérée des cinq indices précédents selon la formule suivante :

$$I = T \times (0,64 \times S + 0,19 \times C) + 0,09 F + 0,08 D$$

La surface visible **S** est la variable la plus importante (64 %) dans l'évaluation objective de l'impact sur le paysage des installations solaires au sol. Les autres variables restent pertinentes et peuvent avoir une importance significative dans l'évaluation de l'acceptabilité d'une installation solaire photovoltaïque au sol.

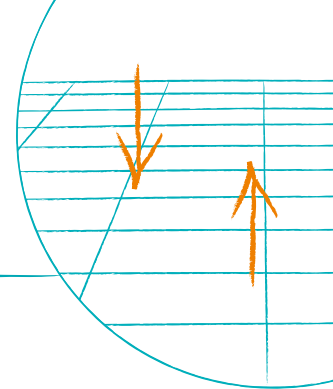
Cette méthode a été testée sur cinq installations photovoltaïques au sol. Les résultats obtenus ont été comparés à l'opinion d'un échantillon d'individus afin de valider les indicateurs. Les préférences visuelles révélées par l'une et l'autre approche sont soit similaires, soit complémentaires. La robustesse de la méthode mathématique a donc été prouvée. En revanche, cette méthode ne peut être entièrement substituée à l'analyse classique du paysage qui suppose la prise en compte d'un nombre important de variables qualitatives et subjectives.

<sup>74</sup> Del Carmen Torres-Sibille A. et alii, *Aesthetic impact assessment of solar power plants : an objective and subjective approach*, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2008.

<sup>75</sup> Shuttleworth S., *The use of photographs as an environment presentation medium in landscape studies*. *Journal of Environmental Management*, 11 : 61-76, 1980.

Hull R. B. et Stewart W.P., *Validity of photo-based scenic beauty judgement*. *Journal of environmental psychology*, 2 : 7-11, 1992.

## ANNEXE 4 Pollution chimique par les composants des cellules photovoltaïques (l'exemple du CdTe)



Certaines cellules photovoltaïques sont élaborées à base de tellure de cadmium (CdTe). Une série d'études (voir bibliographie) fait état des impacts sur l'environnement de ce composé. Ces études décrivent le comportement du cadmium (Cd) et ses éventuels impacts aux différents stades du cycle de vie des panneaux photovoltaïques. Les émissions de cadmium se produisent essentiellement dans les phases de purification du cadmium et de production du tellure de cadmium et lors de la production des modules photovoltaïques. Dans le cadre d'analyses du cycle de vie des modules CdTe, l'émission de cadmium dans l'air est estimée à entre 20 et 60 mg par GWh produit<sup>76</sup> au cours de la vie des modules. À titre de comparaison, la production d'électricité dans une centrale

au charbon dégage dans l'atmosphère 2 g de cadmium par GWh produit<sup>77</sup>.

Le fonctionnement des modules et leur mise hors service ne sont pas sources d'émissions atmosphériques de cadmium. En effet, le tellure de cadmium est un matériau stable qui se retrouve encapsulé entre les deux couches de verre<sup>78</sup> des modules. D'une manière générale, les études concluent que les panneaux photovoltaïques à base de couches minces en CdTe ne produisent aucune émission lors de leur fonctionnement normal. Cela a été établi en soumettant les modules à des conditions difficiles et lors de tests de vieillissement accélérés. Enfin, des rejets nocifs ne peuvent être constatés qu'en cas d'accident.

### Risques accidentels

CASSE DES PANNEAUX ET RISQUE D'INFILTRATION	Les modules peuvent être détériorés ou fendus à la suite d'un impact avec un projectile ou d'une erreur de manipulation. Une étude sur les risques de contamination des sols <sup>79</sup> a consisté à exposer durant un an des panneaux PV à base de tellure de cadmium broyés en petits morceaux de 10 mm. À l'issue de cette période, l'analyse de la terre présente sous les modules a montré, dans la tranche de profondeur de 0 à 25 cm, les concentrations en cadmium suivantes.		
	Augmentation de la concentration de Cd constatée dans le sol	Concentration naturelle de Cd	Concentration tolérée selon la liste de Kloke
	0,24 mg/kg	0,1 – 1 mg/kg	3 mg/kg
INCENDIE ET RISQUE DE VAPORISATION	Ainsi, les auteurs concluent qu'il n'y a pas d'augmentation critique de la concentration en cadmium dans le sol. Un autre risque accidentel est que les panneaux soient détruits par un incendie. Ce risque reste limité dans la mesure où les installations elles-mêmes sont isolées des sources d'incendie et que l'entretien de la zone est assuré (zone tampon débroussaillée). Ce risque a été évalué dans le cadre d'une expérience <sup>80</sup> qui a consisté à exposer des échantillons de modules photovoltaïques de 25 cm x 3 cm à des températures croissantes allant jusqu'à 1 100 °C, afin de simuler les conditions d'un feu dans un bâtiment. L'étude porte sur des panneaux composés d'un substrat enfermé entre deux couches de verre. L'expérience conclut que « 99,96 % du cadmium contenu dans les cellules photovoltaïques reste encapsulé dans le verre fondu ».		

<sup>76</sup> Fthenakis V.M., "Life cycle impact analysis of cadmium in CdTe PV production", *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 8, 2004, p. 303-334.

<sup>77</sup> L'étude a considéré une centrale située aux États-Unis, qui brûle un charbon ayant une concentration en Cd de 0,5 ppm.

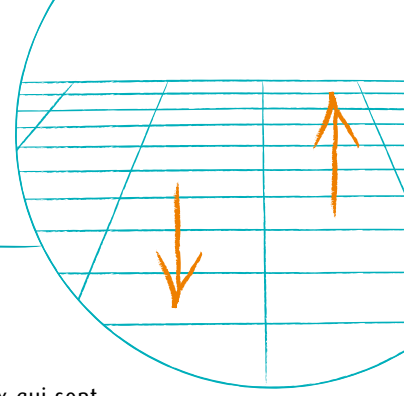
<sup>78</sup> Jager-Waldau A., *Peer Review of major Published Studies on the Environmental Profile of Cadmium Telluride (CdTe) Photovoltaic (PV) Systems*, Commission européenne, DG JRC, 2005.

<sup>79</sup> Steinberger H., "Health, Safety and Environmental Risks from the Operation of CdTe and CIS Thin-film Modules", *Progress in photovoltaics : research and applications*, volume n° 6 issue 2, 1998.

<sup>80</sup> Fthenakis V.M. et alii, "Emissions and encapsulation of cadmium in CdTe PV modules during fires", *Progress in photovoltaics : research and applications*, volume n° 13 issue 8, 2005.



## ANNEXE 5 Principaux effets d'une installation photovoltaïque



Cette annexe a pour objectif de proposer une revue générale des effets d'une installation photovoltaïque au sol fixe. Les tableaux qui suivent identifient les principaux effets potentiels, définissent leur nature et comment ils se manifestent et précisent leur typologie. Ils proposent, au regard de ces impacts, des mesures possibles de suppression ou de réduction.

Cette revue ne constitue qu'un guide indicatif pour le maître d'ouvrage qui aura à adapter son évaluation :

→ d'une part, aux enjeux environnementaux qui sont différents en fonction de la localisation biogéographique et de la sensibilité des sites d'implantation ;  
→ d'autre part, à la nature des projets eux-mêmes – superficie et topographie du terrain, nature de l'occupation des sols, technologies de production, modalités de construction, de mise en service, d'exploitation, d'entretien et de fin de vie (cessation ou renouvellement de l'activité).

### Comment lire les tableaux ?

#### Typologie des effets

→ Directs **D**      → Temporaires **T**  
→ Indirects **I**      → Permanent **P**

**TABEAU 1. EFFETS POTENTIELS D'UN PROJET D'INSTALLATIONS SOLAIRES PHOTOVOLTAÏQUES AU SOL ET MESURES ENVISAGEABLES PENDANT LES PHASES DE CHANTIER (CONSTRUCTION/DÉCONSTRUCTION)**

Composante de l'environnement concernée		Principaux effets potentiels du projet		Mesures envisageables	
Thème	Sous-thème	Nature des effets	Typologie	Mesures de suppression	Mesures de réduction
MILIEU PHYSIQUE	Sous-sol et sol	✓ Consommation d'espace, déstructuration des sols	DP		<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Limitation des emprises de chantier à leur strict minimum</li> <li>✓ Récupération de la couverture de terre végétale</li> </ul>
		✓ Imperméabilisation partielle et temporaire du sol : pistes d'accès au chantier, sites d'entreposage de matériaux et matériel et de stationnement des véhicules de chantier	DP	✓ Utilisation ou aménagement des pistes existantes	✓ Éviter les travaux de terrassement en cas d'humidité persistante
	Topographie, stabilité des terrains	✓ Modification de la topographie en raison du modelage du terrain (terrassements)	DP	✓ Choix de la conception du projet pour éviter les terrassements	✓ Si des terrassements limités sont nécessaires, recherche d'un équilibre entre déblais et remblais
		✓ Affouillements lors de la pose des câbles enterrés et du modelage du terrain	DT		✓ Récupération de la couverture de terre végétale
	Érosion	✓ Risque d'érosion du sol du fait des terrassements et de la déstructuration des sols	DT	✓ Choix de la conception du projet pour éviter les terrassements	✓ Limiter les surfaces décapées
	Qualité des eaux superficielles et souterraines	✓ Apport de matières en suspension (érosion des sols) ou laitiers de ciment dans les eaux superficielles induisant une augmentation de la turbidité	DT	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Mise en étanchéité provisoire des surfaces dédiées au stockage des engins, des produits polluants et contrôles techniques réguliers des engins de chantier</li> <li>✓ Récupération des eaux usées en provenance de la base-vie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Maîtrise des matières dangereuses</li> <li>✓ Mise en place de filtres rustiques de type ballots de paille si le chantier est proche de zones d'écoulements des eaux superficielles</li> </ul>
		✓ Pollutions accidentelles (hydrocarbures) des eaux superficielles et/ou souterraines	IT		<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Équipement du chantier avec des kits anti-pollution (tapis essuyeurs, produits absorbants, boudins...)</li> <li>✓ Information des services de secours dès l'ouverture du chantier pour une intervention rapide en cas d'incident</li> </ul>
Libre écoulement des eaux	✓ Perte de surfaces à fonction de rétention pour l'infiltration des eaux pluviales dans le sol	DP	✓ Construction des installations en dehors des zones inondables à fort aléa	✓ Rétablissement des écoulements hydrauliques aux points bas des pistes et par l'intermédiaire de fossés.	
Risques naturels	✓ Risque d'incendie en cours de chantier dans des milieux naturels combustibles	IT	✓ Débroussaillage préventif		
MILIEUX NATURELS	Habitats naturels et flore	✓ Détérioration des habitats naturels et perturbation des espèces associées dues à la destruction de la couverture végétale existante (atteinte à des stations d'espèces patrimoniales, coupe d'arbres isolés, défrichement)	DP	✓ Mise en défens d'habitats ou fortement sensibles au piétinement et au déplacement des engins de chantier	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Réalisation des travaux ayant le plus fort impact sur le milieu naturel (ex. défrichements) en dehors des périodes sensibles (période de végétation, de nidification ou de migration)</li> <li>✓ Limitation de l'apport de remblai extérieur (ex. pour des routes de chantier, couvertures du sol) afin de supprimer le risque d'introduction d'espèces exogènes invasives qui peuvent remettre en cause le fonctionnement écologique local</li> <li>✓ Suivi du chantier par un expert écologue afin d'intervenir en temps réel en cas d'impact avéré</li> <li>✓ Remise en place après travaux de la terre végétale décapée sur le site (banque de graines locales) pour une cicatrisation plus rapide</li> </ul>
		✓ Perte de végétation sur de petites surfaces due à l'imperméabilisation partielle des sols durant le chantier (circulation de véhicules, la pose de câbles, etc.)	DP		

Composante de l'environnement concernée		Principaux effets potentiels du projet		Mesures envisageables	
Thème	Sous-thème	Nature des effets	Typologie	Mesures de suppression	Mesures de réduction
MILIEUX NATURELS	Habitats naturels et flore	✓ Modification de la végétation autochtone par l'apport sur le site de substrats étrangers (pouvant contenir des espèces invasives) utilisés pour la construction des voies d'accès	DP		
	Faune	✓ Effet de dérangement et de perturbation de la faune en raison des bruits et des vibrations dus au chantier	DT	✓ Avifaune : éloignement des implantations par rapport aux zones de nidification repérées lors de l'analyse de l'état initial	✓ Limitation des emprises de chantier à leur strict minimum ✓ Réalisation des travaux à fort impact sur le milieu naturel en dehors des périodes sensibles (nidification ou migration) ✓ Suivi du chantier par un ou plusieurs experts écologues afin de pouvoir intervenir rapidement en cas d'impact
		✓ Destruction d'animaux peu mobiles (ex. : ensevelissement de batraciens après colonisation des excavations temporaires)	DP		
		✓ Avifaune : perte de haltes migratoires (zones de repos et d'alimentation) pour des oiseaux migrants	DT		
PAYSAGE ET CADRE DE VIE	Nuisances visuelles	✓ Impact visuel pendant la période de chantier	DT		✓ Plan de gestion environnemental du chantier (ordonnancement des travaux, optimisation des stockages, élimination progressive des déchets) ✓ Remise en état de la zone de travaux après le chantier
	Nuisances de voisinage	✓ Bruit et vibrations (circulation sur le chantier et travaux de construction)	DT		✓ Information des riverains ✓ Respect de la réglementation en vigueur pour les bruits de chantier, respect des heures de repos des riverains ✓ Remplacement des moteurs thermiques par des moteurs électriques (compresseurs)
		✓ Émissions de poussières et gaz d'échappement des engins de chantier	DT		✓ Stabilisation des pistes de chantier ✓ Arrosage régulier des pistes en cas de temps sec et venté
		✓ Perturbations des réseaux (eau potable, eaux usées, eaux pluviales, réseaux électriques)	DT		✓ Rétablissement des réseaux
	Gestion des déchets	✓ Déchets de chantier	DT		✓ Mise en place de bennes à ordures et évacuation des déchets (DIB, DIS, etc.) vers des filières agréées pour leur traitement ✓ Gestion adaptée des composantes des modules photovoltaïques vers des filières agréées de traitement, recyclage et de stockage en fonction de chaque type de matériel.
		✓ Production de déchets lors du démontage des modules, câbles, structures porteuses de l'installation photovoltaïque au moment de la déconstruction du site	DT		
	Trafic routier	✓ Augmentation temporaire du trafic	IT		✓ Balisage des abords du chantier ✓ Information des conducteurs des entreprises
PAYSAGE ET CADRE DE VIE	Activités de loisirs	✓ Perturbation des activités de loisirs (promenade, chasse)	IT		✓ Information des pratiquants
PATRIMOINE	Patrimoine archéologique	✓ Découverte fortuite de vestiges archéologiques	IT		✓ Respect de la réglementation (déclaration)

Composante de l'environnement concernée		Principaux effets potentiels du projet		Mesures envisageables	
Thème	Sous-thème	Nature des effets	Typologie	Mesures de suppression	Mesures de réduction
ÉCONOMIE LOCALE	Économie agricole	✓ Suppression de terrains à vocation agricole ou réduction de leurs potentialités agronomiques	DP	✓ Choix d'implantation du projet en dehors des zones agricoles exploitées et dans les conditions prévues par la circulaire du 18 décembre 2009	✓ Voir tableau 2
		✓ Destruction d'aménagements fonciers (ex. : réseaux de drainage et d'irrigation)	DT		✓ Rétablissements des réseaux de drainage et d'irrigation
		✓ Dénaturation de terrains ayant subi une occupation temporaire	DT		✓ Remise en état des terrains ayant subi une occupation temporaire au cours du chantier
		✓ Coupure des cheminements entraînant une modification, voire un allongement de circuits agricoles habituellement utilisés	DT		✓ Rétablissement des cheminements agricoles pour l'accès aux parcelles agricoles
	Activités locales	✓ Retombées locales positives pendant les travaux (restauration, commerce...)	IT		
SANTÉ ET SÉCURITÉ	Sécurité des personnes et santé publique	✓ Risques liés au chantier (circulation d'engins de chantier)	DT		✓ Clôture de l'emprise des terrains et panneaux d'interdiction du chantier au public
		✓ Augmentation de la circulation de camions et de divers engins de chantier sur les voiries riveraines du site	IT		✓ Plan de circulation ✓ Mise en place d'une signalétique appropriée et information des usagers
		✓ Risques électriques	DT		✓ Formation du personnel aux risques électriques

**TABEAU 2. EFFETS POTENTIELS D'UN PROJET D'INSTALLATIONS SOLAIRES PHOTOVOLTAÏQUES AU SOL ET MESURES ENVISAGEABLES PENDANT LA PHASE D'EXPLOITATION**

MILIEU PHYSIQUE	Climatologie	✓ Ombrage dû au recouvrement du sol par les modules	DP		✓ Choix d'installations et de matériaux limitant la hausse des températures (ex. privilégier les supports en aluminium) ✓ Respect d'une distance des modules au sol supérieure 0,80 m pour garantir une couverture végétale homogène
		✓ Dégagement de chaleur par échauffement des modules	DP		
		✓ Modification du microclimat sous les modules en raison des effets de recouvrement (et également au-dessus des modules par le dégagement de chaleur)	DP		
		✓ Perte de structures végétales favorisant la régulation du microclimat (cas du défrichement de grandes surfaces)	DP		
	Sous-sol et sol	✓ Imperméabilisation partielle du sol (fondations éventuelles des panneaux, emprise des postes électriques, chemins d'accès, parkings)	DP		✓ Choix de fondations adaptées au sol minimisant la surface au sol (ex. : utilisation de pieux) ✓ Revêtement des voiries et des parkings avec des sols stabilisés non bituminés ✓ Aménagement en priorité des pistes d'accès et chemins existants (éviter la création de nouvelles voies)
	Topographie, stabilité des terrains	✓ Excavation et érosion des sols dues à l'écoulement des eaux	DP		✓ Mise en place d'une couverture végétale durable du sol permettant une protection contre l'érosion ✓ Entretien de la couverture végétale

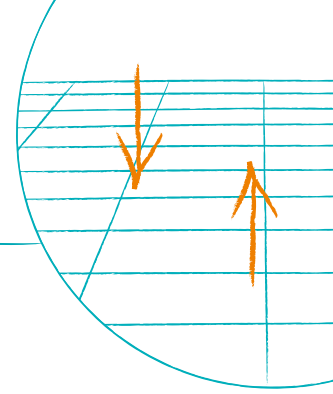
Composante de l'environnement concernée		Principaux effets potentiels du projet		Mesures envisageables	
Thème	Sous-thème	Nature des effets	Typologie	Mesures de suppression	Mesures de réduction
MILIEU PHYSIQUE	Libre écoulement des eaux	✓ Modification des écoulements des eaux de surface due au recouvrement du sol par les modules (ruissellement sur les modules)	IP	✓ Écartement des panneaux et des modules suffisant pour assurer la transparence hydraulique	✓ Réalisation éventuelle d'un réseau pluvial pour l'évacuation des eaux de ruissellement et assurant la transparence hydraulique du site d'implantation ✓ Pose de buses et fossés permettant l'écoulement des eaux
		✓ Écoulements perturbés par les pistes	IP		
	Qualité des eaux superficielles et souterraines	✓ Pollution de la nappe	IP	✓ Choix du site adapté pour supprimer tout risque de pollution de la nappe phréatique	✓ Mise à disposition de kits anti-pollution (tapis essuyeur, produits absorbants)
		✓ Pollutions accidentelles des eaux (ex. : déversement d'hydrocarbures)	IT		
	Modification des risques naturels	✓ Accentuation des risques d'inondation du fait des obstacles créés par les supports de panneaux	IT	✓ Choix du site d'implantation des installations photovoltaïques hors zones régulièrement inondées par des crues fréquentes (ex. : hors de proximité des cours d'eau et de la zone rouge du PPR inondation)	✓ Si implantation du projet en zone inondable, privilégier les zones de crues moins fréquentes. ✓ Cote des panneaux photovoltaïques supérieure à la cote des plus hautes eaux ✓ Aptitude des structures à résister au débit et à la vitesse d'une crue centennale
		✓ Prévention des risques d'incendie	IT		
MILIEU NATUREL	Habitats naturels	✓ Destruction d'habitats naturels en raison de l'emprise des installations	DP	✓ Réduction des emprises au strict nécessaire en phase de conception	
		✓ Modification des habitats naturels et du cortège d'espèces animales et végétales associés (ex. : remplacement d'un milieu boisé par un milieu ouvert)	DP		
		✓ Modification des conditions abiotiques (topographie, ruissellement) pouvant entraîner la disparition de milieux sensibles (zones humides en particulier)	IP	✓ Pas d'implantation de projet sur des zones humides ✓ Transparence hydraulique du projet	✓ Adaptation des procédés de chantier (choix des engins en fonction des contraintes du site) ✓ Maintien d'une zone tampon (minimum de 5 m de large) entre la délimitation de l'implantation et les milieux à conserver
		✓ Selon la richesse écologique du site avant implantation de l'installation photovoltaïque : • si le milieu naturel est riche, alors le projet peut entraîner l'appauvrissement de l'intérêt patrimonial du site (sélection d'espèces végétales rustiques et pionnières pouvant coloniser le site après travaux et s'accommodant d'un couvert bas maintenu en phase d'exploitation) • si le milieu naturel est pauvre (ex. : ancien site industrialisé), alors le projet aura pour effet d'améliorer l'intérêt écologique du site	DP		✓ Adaptation de la gestion des milieux de manière à permettre l'installation d'un niveau de biodiversité minimal (ex. fauchage à des périodes précises)
		✓ Risque de mitage de grandes superficies homogènes d'habitats naturels	DP		
		✓ Introduction d'espèces peu intéressantes sur le plan écologique et risque de pollution génétique par des variétés culturales, lors de l'ensemencement de la zone d'implantation du projet	DP		✓ Privilégier en priorité la recolonisation naturelle ✓ Dans le cas où des risques d'érosion existent sur le site, établir un plan de semences adapté à la flore locale et indigène du site.



Composante de l'environnement concernée		Principaux effets potentiels du projet		Mesures envisageables	
Thème	Sous-thème	Nature des effets	Typologie	Mesures de suppression	Mesures de réduction
MILIEU NATUREL	Habitats naturels	✓ Coupure de corridors biologiques majeurs (Trame verte et bleue) et secondaires	DP	✓ Conservation et maintien des corridors existants et fonctionnels	✓ Création de corridors par la mise en place de murets, fossés, haies végétales vives et alignements de grands arbres (espèces à choisir en adéquation avec la flore indigène du site)
	Flore	✓ Introduction potentielle d'espèces végétales indésirables (par l'apport de matériaux exogènes, par les engins de chantier...)	DP	✓ Maîtrise de l'origine des apports de terre ✓ Nettoyage des engins avant leur arrivée sur le chantier	✓ Suppression des foyers d'espèces indésirables en phase chantier
	Faune	✓ Destruction d'individus, en particulier pour les espèces animales à mobilité réduite (insectes, reptiles, amphibiens...)	DP	✓ Réduction des emprises au strict nécessaire en phase de conception ✓ Piquetage rigoureux avec zone tampon (5 m de large) pour préserver les milieux	
		✓ Destruction d'habitats d'espèces (sites de repos, de chasse, de reproduction...)	DT	✓ Choix d'une période travaux compatible avec les périodes de moindre sensibilité pour les groupes faunistiques (ex. hors reproduction et hivernage...)	✓ Recréation d'habitats d'espèces (plantations, zones refuges pour les reptiles, etc.) ✓ Campagne de capture et déplacement d'individus
		✓ Isolement de populations (résultant de la coupure de connexions ou corridors biologiques)	DP	✓ Revue de conception de manière à intégrer autant que possible la conservation des corridors existants (choix maillage des clôtures) ✓ Piquetage rigoureux avec zone tampon (largeur à définir selon les sites) pour préserver les corridors à conserver	✓ Recréation de corridors
		✓ Modification des cortèges d'espèces liée à la modification des habitats naturels (en particulier pour les insectes, les oiseaux...)	DP		
		✓ Perturbation des déplacements de la faune volante (oiseaux, chiroptères, insectes) liée aux éventuels courants thermiques créés par les installations de grande taille	DP	✓ Choix d'une période travaux compatible avec les périodes de moindre sensibilité pour les groupes faunistiques (hors reproduction et hivernage...)	
✓ Dérangement en raison de la pollution lumineuse	DP	✓ Éviter l'éclairage du site en nocturne	✓ Réserver l'éclairage à des opérations de sécurité ponctuelles et espacées dans le temps		
PAYSAGE ET CADRE DE VIE	Paysage	✓ Effets sur l'organisation de l'espace et le fonctionnement du paysage (morcellement, artificialisation, ruptures) ✓ Création d'un nouveau paysage	DP	✓ La démarche de projet consiste à analyser l'ensemble des composantes paysagères pour pouvoir implanter les installations photovoltaïques de manière harmonieuse et non pas définir a posteriori des mesures de suppression, de réduction et de compensation. En d'autres termes, il s'agit de contribuer, au plan du paysage, à un projet de territoire dont la production énergétique fait partie intégrante. ✓ Cette démarche de projet implique l'intervention de paysagistes qui maîtrisent l'analyse des paysages et les démarches d'aménagement du paysage	
		✓ Effets visuels des équipements connexes (raccordements électriques, clôture)	DP	✓ Établissement du raccordement avec des câbles enterrés : éviter de nouvelles lignes aériennes	✓ Utilisation de clôtures discrètes

Composante de l'environnement concernée		Principaux effets potentiels du projet		Mesures envisageables	
Thème	Sous-thème	Nature des effets	Typologie	Mesures de suppression	Mesures de réduction
PAYSAGE ET CADRE DE VIE	Nuisances de voisinage	√ Effets secondaires du fait de certaines perturbations optiques temporaires (miroitements)	DP		
		√ Émissions acoustiques (transformateur et onduleurs)	DP	√ Choix du site suffisamment éloigné des habitations riveraines au regard du bruit et des émissions lumineuses	
		√ Émissions lumineuses éventuelles	DP		
ÉCONOMIE LOCALE	Économie agricole	√ Destruction de terres à forte valeur agronomique non cultivées	DP	√ Choix d'implantation du projet en dehors des zones agricoles exploitées et dans les conditions prévues par la circulaire du 18 décembre 2009	√ Les mesures sont à adapter à chaque situation (voir texte du guide)
		√ Disparition de terres à vocation spéciale (productions spécialisées, prairies d'élevage, etc)	DP		
		√ Fragmentation du parcellaire (délaissés) entraînant des difficultés d'exploitation et des abandons de parcelles	DP		
		√ Modification des usages de l'espace, voire perte de production agricole, sylvicole	IP		
	Activités de tourisme et de loisirs	√ Retombées touristiques positives liées au tourisme technologique	IP		
√ Modification des usages sur le site et perte éventuelle de surface récréative		IP	√ Choix du site adapté pour maintenir les activités de loisirs existants	√ Favoriser le report de ces activités sur un site voisin √ Information, sécurisation des installations	
SANTÉ ET SÉCURITÉ	Santé	√ Champs électriques et magnétiques, gêne sonore	DP	√ Choix du site suffisamment éloigné des zones habitées √ Choix de l'implantation des onduleurs et transformateurs	√ Isolation des appareils
	Sécurité des personnes	√ Effets du projet sur les activités de loisirs (chasse, pêche, vol libre, etc.)	IP		√ Risque électrique

## ANNEXE 6 Le traitement et le recyclage des matériaux et des modules



### Matériaux et déchets (hors modules)

Les tableaux suivants présentent les différentes possibilités de gestion des déchets en fonction de leur nature, les déchets inertes et banals étant prédominants.

**TABLEAU 1 : MODALITÉS DE GESTION DES DÉCHETS INERTES ET BANALS**

Nature des déchets	Traitement préconisé	Remarques
<b>TERRE ET MATÉRIAUX DE TERRASSEMENT</b>	Réutilisation sur place pour la remise en état des sols	
<b>BÉTON, CIMENT</b>	Recyclage (fabrication de granulats)	En provenance des fondations béton des supports de panneaux
<b>MATÉRIAUX D'ISOLATION</b>	Réutilisation ou recyclage	
<b>CLÔTURES (GRILLAGE MÉTALLIQUE)</b>	Recyclage	
<b>MATIÈRES PLASTIQUES (PVC OU PE)</b>	Réemploi ou valorisation énergétique dans une unité équipée de traitement des fumées acides	L'incinération du PVC dégage des vapeurs d'acide chlorhydrique
<b>RÉSIDUS DE POLYSTYRÈNE</b>	Réemploi, recyclage ou valorisation énergétique dans unité équipée d'une unité de traitement des fumées	Recyclage possible pour les produits propres
<b>BOIS DE CONSTRUCTION (SUPPORTS, CADRES)</b>	Réemploi ou valorisation énergétique (incinération dans chaudière à bois)	L'incinération est impossible si le bois est traité avec des produits chimiques nocifs
<b>ALUMINIUM, CUIVRE, ACIER</b>	Recyclage	Câbles électriques notamment

**TABLEAU 2 : MODALITÉS DE GESTION DES DÉCHETS DANGEREUX**

Nature des déchets	Traitement préconisé	Remarques
<b>RÉSIDUS DE PRODUITS DANGEREUX</b>		
<b>ANTI-CORROSIF, ADJUVANT, IGNIFUGEANT, HYDROFUGEANT, ANTIROUILLE, SICCATIF, SOLVANT, DILUANT, DÉTERGENT, PEINTURE</b>	Incinération en centre spécialisé	Peuvent concerner des produits d'entretien en quantité limitée
<b>EMBALLAGES SOUILLÉS DE PRODUITS DANGEREUX</b>		
<b>EMBALLAGES PLASTIQUES</b>	Valorisation énergétique en cimenterie après broyage ou incinération en centre spécialisé	Peuvent concerner des produits d'entretien en quantité limitée
<b>EMBALLAGES MÉTALLIQUES (POTS, BIDONS...)</b>	Recyclage en aciérie ou stockage en CET classe 1	

### Un exemple de recyclage des modules photovoltaïques

Le fabricant de modules photovoltaïques First Solar a mis en place un processus de recyclage de modules solaires<sup>81</sup>. Ce processus produit du verre qui peut être réutilisé dans de nouveaux produits de verre et un gâteau de filtration riche en métaux qui sera par la suite traité pour créer des matériaux semi-conducteurs destinés à une réutilisation dans de nouveaux modules solaires.

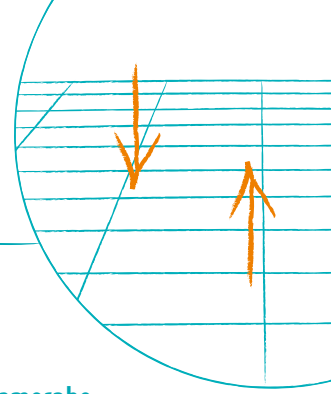
Un tel processus de recyclage atteint un taux global de recyclage de 90 % comprenant 95 % de matériau semi-conducteur recyclé pour usage dans de nouveaux modules et 90 % de verre recyclé pour usage dans de nouveaux produits de verre.

Le procédé de recyclage met en œuvre successivement les opérations suivantes :

- 1) Les modules sont réduits en morceaux de 4 à 5 mm environ.
- 3) Les films semi-conducteurs sont retirés en ajoutant de l'acide.
- 4) Les matériaux de verre sont séparés des liquides.
- 5) Les liquides riches en métaux sont précipités pour extraire les composés métalliques.
- 6) Les matériaux précipités sont concentrés. Le gâteau de filtration résultant, riche en métaux, est emballé et servira à créer un matériau semi-conducteur destiné à de nouveaux modules.
- 7) Le verre est rincé de manière à le débarrasser de tout film résiduel semi-conducteur. Le verre nettoyé est emballé pour être recyclé.

<sup>81</sup> First Solar, *Programme de collecte et de recyclage des modules*. Téléchargeable sur [www.firstsolar.com](http://www.firstsolar.com)

## ANNEXE 7 Glossaire



Le glossaire présente les termes techniques généralement employés dans le cas des projets photovoltaïques <sup>82</sup>.

**Boîtier de raccordement** : enceinte fermée ou protégée dans laquelle sont logées les connexions entre les différents circuits au niveau du générateur, du champ, etc.

**Câble de champ photovoltaïque** : câble reliant électriquement les champs les uns aux autres.

**Câble de sortie a.c. d'un système photovoltaïque** : câble reliant l'onduleur d'un système photovoltaïque au circuit à alimenter.

**Câble principal en courant continu** : câble reliant électriquement la boîte de jonction du générateur photovoltaïque à l'onduleur du système.

**Capacité d'un champ photovoltaïque** : puissance assignée d'un champ photovoltaïque dans des conditions de fonctionnement données ; s'exprime en watts (W).

**Capacité de surcharge** : niveau de puissance appelée que peut supporter un dispositif sans subir de dommages susceptibles d'altérer son fonctionnement ou ses performances (unité : grandeur sans dimension exprimée en %).

**CdTe** : abréviation pour tellure de cadmium. Technologie utilisée pour les cellules photovoltaïques.

**Cellule photovoltaïque** : composant électronique semi-conducteur dans lequel l'absorption des photons libère des électrons chargés négativement et des « trous » chargés positivement. Ces charges électriques sont séparées par un champ électrique interne et collectées par une grille à l'avant et un contact à l'arrière. La cellule photovoltaïque est un générateur électrique élémentaire.

**Cellule photovoltaïque à semi-conducteur composé** : cellule photovoltaïque constituée d'un assemblage d'éléments chimiques différents, tels que le GaAs (composés de type III-V), ou le CdTe (composés de type II-VI) ou CuInSe<sub>2</sub>, etc.

**Cellule photovoltaïque au CIS** : cellule en couche mince à hétérojonction dont le matériau principal est le diséléniure de cuivre et d'indium (CuInSe<sub>2</sub>) (CIS en abrégé, on trouve aussi CIGS quand on ajoute du gallium).

**Cellule photovoltaïque au silicium amorphe** : cellule en couche mince dont le matériau principal est le silicium amorphe hydrogéné.

**Cellule photovoltaïque au silicium** : cellule élaborée à partir de silicium comme principal matériau.

**Cellule photovoltaïque de type couche mince** : cellule constituée de couches minces d'un ou plusieurs matériaux semi-conducteurs.

**Cellule photovoltaïque** : dispositif photovoltaïque le plus élémentaire.

**Centrale photovoltaïque** : unité de production d'électricité photovoltaïque mettant en œuvre les constituants d'un système photovoltaïque : générateurs, convertisseurs, circuits, interfaces, surveillance de fonctionnement, etc.

La liste constitutive des composants d'une centrale varie suivant l'importance du système et peut inclure les éléments suivants : production, conversion, stockage, surveillance du fonctionnement, interface avec le réseau. On dit également centrale de production photovoltaïque. De tels systèmes sont en général de forte puissance et connectés au réseau.

**Champ de modules photovoltaïques** : assemblage constituant une intégration mécanique et une interconnexion électrique de modules, panneaux, ensembles de panneaux, sur un support.

**Convertisseur** : dispositif destiné à adapter la fourniture électrique à la forme souhaitée par l'utilisateur.

**Couche anti-reflet** : couche de surface permettant de réduire les pertes liées à la réflexion de la lumière.

**Courant photovoltaïque** : courant continu généré par un dispositif photovoltaïque ; s'exprime en ampères (A).

**Effet photovoltaïque** : création d'une tension continue par absorption de l'énergie lumineuse.

**Exploitation en mode autonome** : mode d'exploitation dans lequel les charges sont alimentées exclusivement par le système photovoltaïque (et non pas en parallèle par le réseau).

<sup>82</sup> Source : ADEME, *Vocabulaire des systèmes de conversion photovoltaïque de l'énergie solaire*, édition n°1 sur CD-Rom, 2008/2009.



**Exploitation en mode connecté réseau :** mode d'exploitation dans lequel un système photovoltaïque alimente en parallèle à la fois des charges et le réseau auquel il est connecté.

**Exploitation en mode en parallèle avec le réseau :** mode d'exploitation d'un système photovoltaïque connecté au réseau, lorsqu'il alimente simultanément le réseau et des charges locales.

**Exploitation en mode producteur :** mode d'exploitation d'un système photovoltaïque lorsque le courant qu'il produit est injecté dans le réseau.

**kW :** abréviation de kilowatt (1 kW = 1 000 W).

**kWc :** abréviation de kilowatt-crête. Elle permet également d'exprimer la puissance d'une installation photovoltaïque. Les unités couramment utilisées sont le kilowatt-crête (kWc) ou le mégawatt-crête (MWc).

**Maître d'œuvre :** personne (ou entité) désignée par le maître d'ouvrage pour conduire la réalisation du projet, avec l'appui éventuel d'autres d'entreprises, conformément aux exigences du cahier des charges général. Le maître d'œuvre est responsable de la conformité de l'installation aux exigences du cahier des charges général, de son dimensionnement, de la conformité des travaux exécutés par les entreprises, de la négociation permettant d'obtenir la meilleure garantie sur les matériels.

**Maître d'ouvrage :** personne (ou entité) qui monte un projet et est responsable de la préparation du cahier des charges général et de son financement. Le maître d'ouvrage est à l'initiative du projet, trouve les financements, écrit les spécifications, fait réaliser les études socio-économiques, définit les contraintes environnementales à respecter ainsi que le plan de démantèlement.

**Matériau semi-conducteur :** substance dont la conductivité due aux porteurs de charges des deux signes est normalement comprise entre celle des conducteurs et celle des isolants, et dont les nombres volumiques des porteurs de charge peuvent être modifiés par des excitations extérieures.

**Module photovoltaïque :** assemblage en série et en parallèle de plusieurs cellules photovoltaïques protégées par un revêtement qui en permet l'utilisation en extérieur. Il est usuel de parler de panneau photovoltaïque pour un module photovoltaïque.

**Onduleur :** dispositif électronique permettant de transformer le courant continu en courant alternatif compatible à celui du réseau électrique auquel la centrale est raccordée. L'onduleur coupe le courant de l'installation si le réseau est mis hors tension, ce qui en assure la sécurité.

**Panneau photovoltaïque :** ensemble de modules photovoltaïques pré-assemblés dans un ensemble mécanique et interconnectés.

**Poste de livraison :** poste de jonction d'une centrale entre l'électricité arrivant des onduleurs et des transformateurs et le réseau public de distribution de l'électricité.

**Poste source :** ouvrage électrique des réseaux publics de transport et de distribution comportant des transformateurs HTA et HTB. C'est depuis ce poste source que l'énergie électrique sera aiguillée vers un ensemble de canalisations HTA appelées départs.

**Productivité annuelle globale :** quantité annuelle d'énergie fournie à une charge par un champ photovoltaïque rapportée à la puissance nominale du champ (unité : kWh×kW<sup>-1</sup>).

**Productivité d'un champ photovoltaïque :** quantité d'énergie générée par le champ photovoltaïque rapportée à sa puissance nominale (unité : kWh×kW<sup>-1</sup>).

**Productivité d'un dispositif photovoltaïque :** quantité d'énergie produite par le dispositif photovoltaïque sur une période donnée, ramenée à sa puissance nominale (unité : communément exprimée en kWh×kW<sup>-1</sup> par unité de temps).

**Puissance assignée d'un module photovoltaïque :** valeur mesurée de la puissance maximale d'un module fonctionnant dans des conditions spécifiées (unité : W).

**Puissance assignée (PSOC) :** valeur mesurée de la puissance maximale de sortie d'un dispositif photovoltaïque dans les conditions normales de fonctionnement (unité : W).

**Puissance crête :** puissance délivrée par un module photovoltaïque sous un ensoleillement optimum de 1 kW/m<sup>2</sup> et à une température standard de 25 °C. Cette donnée normative exprimée en watts permet ainsi de comparer deux matériaux entre eux.

**Puissance crête d'un module photovoltaïque :** valeur mesurée de la puissance correspondant au point de la caractéristique courant-tension où le produit de la valeur du courant par la valeur de la tension est maximal (unité : W).

**Puissance nominale :** puissance délivrée en courant continu par un dispositif fonctionnant dans les conditions normales de fonctionnement, quand il est connecté à une charge pour lequel il a été conçu (unité : W).

**Rendement de conversion d'un champ photovoltaïque :** rendement de conversion de l'énergie lumineuse reçue par un champ photovoltaïque en énergie électrique.

**Shelter :** local technique dans lequel sont installés onduleurs et transformateurs.

**Silicium amorphe :** alliage de silicium et d'hydrogène non cristallisé déposé sur un substrat sous une épaisseur de l'ordre du micromètre.

**Silicium cristallin** : terme générique correspondant aux différents types de silicium à structure cristalline, c'est-à-dire constitué d'un arrangement ordonné d'atomes de silicium (symbole : c-Si).

**Silicium microcristallin** : alliage de silicium et d'hydrogène déposé sur un substrat sous une épaisseur de l'ordre du micromètre et présentant une structure cristalline de grains de taille inférieure au micromètre (symbole : mc-Si)

**Silicium monocristallin** : silicium caractérisé par un arrangement parfait d'atomes selon une structure atomique ordonnée ne formant qu'un seul cristal (symbole : sc-Si).

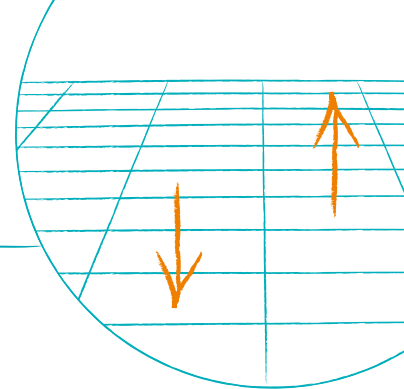
**Silicium multicristallin** : silicium solidifié en formant une juxtaposition de gros cristaux monocristallins, appelés cristallites, de dimensions allant du mm au cm (symbole : mc-Si).

**Silicium polycristallin** : silicium déposé en couche sur un substrat sous une épaisseur de l'ordre de 10  $\mu\text{m}$  à 30  $\mu\text{m}$ , avec une taille de grain allant du mm au mm (symbole : pc-Si).

**Silicium** : élément chimique de poids atomique 14, très largement utilisé comme matériau semi-conducteur (symbole : Si).

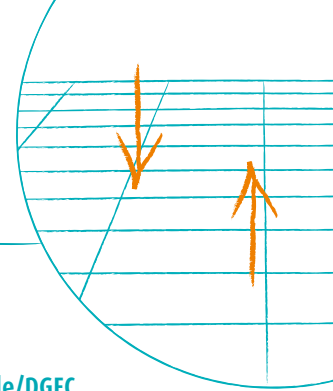
**Utilisateur (ou bénéficiaire)** : personne ou organisation qui bénéficie des services mis à sa disposition pour satisfaire ses besoins énergétiques.

**Wafer** : tranche de silicium utilisée dans la fabrication d'un module photovoltaïque.



→ <b>ADEME</b>	Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
→ <b>AOC</b>	Appellation d'origine contrôlée
→ <b>APPB</b>	Arrêté préfectoral de protection de biotope
→ <b>ARS</b>	Agence régionale de la santé
→ <b>ASPIM</b>	Aire spécialement protégée d'intérêt méditerranéen
→ <b>BRGM</b>	Bureau de recherches géologiques et minières
→ <b>CAUE</b>	Conseil d'architecture, d'urbanisme et d'environnement
→ <b>DCE</b>	Directive-cadre sur l'eau
→ <b>DCS</b>	Dossier communal synthétique
→ <b>DDRM</b>	Dossier départemental des risques majeurs
→ <b>DDT(M)</b>	Direction départementale des territoires (et de la mer)
→ <b>DICRIM</b>	Document d'information communal sur les risques majeurs
→ <b>DRAC</b>	Direction régionale des affaires culturelles
→ <b>DREAL</b>	Direction régionale de l'aménagement, de l'environnement et du logement
→ <b>DSV</b>	Direction départementale des services vétérinaires
→ <b>DTADD</b>	Directive territoriale d'aménagement et de développement durable
→ <b>EBC</b>	Espace boisé classé
→ <b>ENS</b>	Espace naturel sensible
→ <b>ERDF</b>	Électricité réseau distribution France
→ <b>IFN</b>	Inventaire forestier national
→ <b>IGN</b>	Institut géographique national
→ <b>MNHN</b>	Muséum national d'Histoire naturelle
→ <b>ONCFS</b>	Office national de la chasse et de la faune sauvage
→ <b>ONEMA</b>	Office national de l'eau et des milieux aquatiques
→ <b>ONF</b>	Office national des forêts
→ <b>PNR</b>	Parc naturel régional
→ <b>PADDUC</b>	Plan d'aménagement et de développement durable de la Corse
→ <b>PAEN</b>	Périmètre de protection et de mise en valeur des espaces agricoles et naturels périurbains
→ <b>PAPI</b>	Programme d'action de prévention des inondations
→ <b>PCET</b>	Plan climat énergie territorial
→ <b>PPR</b>	Plan de prévention des risques
→ <b>pSIC</b>	Proposition de site d'intérêt communautaire
→ <b>RNN</b>	Réserve naturelle nationale
→ <b>RNR</b>	Réserve naturelle régionale
→ <b>RTE</b>	Réseau de transport d'électricité
→ <b>SAFER</b>	Société d'aménagement foncier et d'établissement rural
→ <b>SAR</b>	Schéma d'aménagement régional
→ <b>SCOT</b>	Schéma de cohérence territoriale
→ <b>SDAGE</b>	Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux
→ <b>SDAP</b>	Service départemental de l'architecture et du patrimoine
→ <b>SIC</b>	Site d'intérêt communautaire
→ <b>SRCAE</b>	Schéma régional du climat, de l'air et de l'énergie
→ <b>ZAP</b>	Zone agricole protégée
→ <b>ZICO</b>	Zone importante pour la conservation des oiseaux
→ <b>ZNIEFF</b>	Zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique
→ <b>ZPPAUP</b>	Zone de protection du patrimoine architectural, urbain et paysager
→ <b>ZPS</b>	Zone de protection spéciale
→ <b>ZSC</b>	Zone spéciale de conservation

## ANNEXE 9 Références bibliographiques



**ADEME**, *Vocabulaire des systèmes de conversion photovoltaïque de l'énergie solaire*, édition n° 1 sur CD-Rom, 2008/2009.

**Bonneaud F.**, *Représentation et interprétation du paysage : outils pour observer, analyser, valoriser*, collection APPORT Agriculture et Paysage, juin 2009.

**Chianbrando R, Fabrizio E. et Garnero G.**, "The territorial and landscape impacts of photovoltaic systems : definition of impacts and assessment of the glare risks.", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, n°123, 2008.

**Commission européenne**, document d'orientation concernant l'article 6, paragraphe 4, de la directive habitats, janvier 2007.  
Disponible sur <http://ec.europa.eu>

**Del Carmen Torres-Sibille A. et alii**, "Aesthetic impact assessment of solar power plants : an objective and subjective approach", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2008.

**HESPUL**, *Systèmes photovoltaïques : fabrication et impact environnemental*, synthèse réalisée par C. Miquel sous la direction de B. Gaiddon, juillet 2009.  
Disponible sur [www.photovoltaique.info](http://www.photovoltaique.info)

**Fthenakis V.M.**, "Life cycle impact analysis of cadmium in CdTe PV production", *Renewable and Sustainable Energy Reviews* n° 8, 2004, p. 303-334.

**Fthenakis V.M. et alii**, "Emissions and encapsulation of cadmium in CdTe PV modules during fires", *Progress in photovoltaics : research and applications*, volume n° 13 issue 8, 2005.

**Hull RB. et Stewart W.P.**, *Validity of photo-based scenic beauty judgement*. *Journal of environmental psychology* 2 : 7-11, 1992.

**Jager-Waldau A.**, *Peer Review of major Published Studies on the Environmental Profile of Cadmium Telluride (CdTe) Photovoltaic (PV) Systems*, Commission européenne, DG JRC, 2005.

**Lemonnier S.**, « Peut-on partager la subjectivité du regard sur le paysage ? », *Espaces naturels* n° 28, octobre 2009.

**Ministère du développement durable**, dossier de presse Grenelle Environnement : réussir la transition énergétique – 50 mesures pour un développement des énergies renouvelables à haute qualité environnementale – 17 novembre 2008.  
Disponible sur [www.developpement-durable.gouv.fr](http://www.developpement-durable.gouv.fr)

**Ministère du Développement durable/DGEC**, *Guide sur la prise en compte de l'environnement dans les installations photovoltaïques au sol : l'exemple allemand*, janvier 2009.

Disponible sur [www.developpement-durable.gouv.fr/Energie-et-Climat,123-.html](http://www.developpement-durable.gouv.fr/Energie-et-Climat,123-.html)

**Ministère du Développement durable**, *Plan climat de la France, Mise en œuvre du Grenelle Environnement*, 2009.

Disponible sur [www.developpement-durable.gouv.fr](http://www.developpement-durable.gouv.fr)

**Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement**, *L'étude d'impact sur l'environnement : objectifs, cadre réglementaire et conduite de l'évaluation*, 2001.

Disponible sur [www.developpement-durable.gouv.fr/Energie-et-Climat,123-.html](http://www.developpement-durable.gouv.fr/Energie-et-Climat,123-.html)

**Ministère de l'Écologie et du Développement durable**, *Le cadrage préalable de l'étude d'impact sur l'environnement*, 2004.

Disponible sur [www.developpement-durable.gouv.fr/Energie-et-Climat,123-.html](http://www.developpement-durable.gouv.fr/Energie-et-Climat,123-.html)

**PV cycle (association)**, *Gestion des modules en fin de vie, accord volontaire des sociétés membres*, déclaration, décembre 2008.

Consultable sur [www.pvcycle.org](http://www.pvcycle.org)

**SER, SOLER**, *Les applications du photovoltaïque*, novembre 2008.

Disponible sur [www.photovoltaique.info](http://www.photovoltaique.info)

**Shuttleworth S.**, *The use of photographs as an environment presentation medium in landscape studies*. *Journal of Environmental Management* 11 : 61-76, 1980.

**Steinberger H.**, "Health, Safety and Environmental Risks from the Operation of CdTe and CIS Thin-film Modules", *Progress in photovoltaics : research and applications*, volume n° 6 issue 2, 1998.

**Vasilescu G. and Popentiu F.**, *Renewable energy generators and electromagnetic pollution : a case study on residential solar energy City University London*, London, UK University of Oradea, 2009.

### Autres références bibliographiques

**ADEME**, *Guide d'aide au montage de projets photovoltaïques portés par les entreprises et les exploitants agricoles*, avril 2010.

Disponible sur [www2.ademe.fr](http://www2.ademe.fr)

**Assemblée nationale**, Rapport d'information n° 1846 sur l'énergie photovoltaïque déposé par la Commission des affaires économiques et présenté par M. Serge Poignant, député, juillet 2009.

**Didier M., Koleda G.**, *Évaluation socio-économique du programme de production d'électricité éolienne et photovoltaïque*, document de travail n° 12, Coe-Rexecode, octobre 2009.  
Disponible sur [www.coe-rexecode.fr](http://www.coe-rexecode.fr)

**Fédération des entreprises publiques locales**, *Les EPL et le photovoltaïque : modalités d'intervention des collectivités territoriales. Guide de recommandations*, 2009.  
Disponible sur [www.photovoltaique.info](http://www.photovoltaique.info)

**Fthenakis V.M. et alii.**, "Emissions from Photovoltaic Life Cycles", *Environmental Science & Technology*, vol. 42, n°6, 2008, p. 2168-2174.

**Horvath G., Kriska G., Malik P. & Robertson B.**, "Polarized light pollution : a new kind of ecological photopollution", *Frontiers in Ecology and the Environment* vol. 7, p. 317-325, 2009.

**Labouret A., Villos M.**, *Énergie solaire photovoltaïque*, 4<sup>e</sup> édition, ADEME, DUNOD/Le moniteur, octobre 2009.

**Lincot D. et alii**, *Aspects environnementaux, de santé et de sécurité des systèmes photovoltaïques de First Solar contenant du tellure de cadmium*, résumé de synthèse, juillet 2009.

**Ministère du Développement durable**, *La programmation pluriannuelle des investissements de production d'électricité, période 2009 - 2020. Rapport au Parlement*, 2009.  
Disponible sur [www.developpement-durable.gouv.fr](http://www.developpement-durable.gouv.fr)

*Potential Health and Environmental Impacts Associated with the Manufacture and Use of Photovoltaic Cells*, EPRI, Palo Alto, CA, and California Energy Commission, Sacramento, CA : 2003, 1000095.

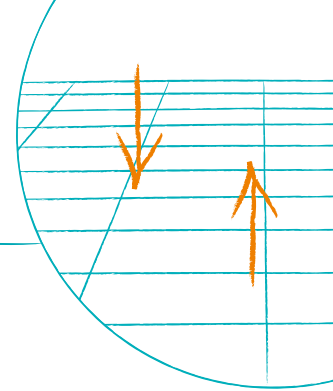
**Quattrolibri**, *Implantation de panneaux photovoltaïques sur terres agricoles, enjeux et propositions*, 2009, rapport solaire/agriculture.  
Disponible sur [www.photovoltaique.info](http://www.photovoltaique.info)

**SER, SOLER**, *Le photovoltaïque, garantie d'un développement durable de notre mix énergétique*, novembre 2008.

**SOLAGRO (Pointereau P., Bochu J.-L., Couturier C., Coulon F.) et Agence Paysages (Arnal A. et Giorgis S.)**, *Les impacts environnementaux et paysagers des nouvelles productions énergétiques sur les parcelles et bâtiments agricoles, étude réalisée pour le ministère de l'Agriculture et de la Pêche*.  
Disponible sur [www.agriculture.gouv.fr](http://www.agriculture.gouv.fr)



## ANNEXE 10 Membres du comité de pilotage pour la rédaction du guide



### Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement

- Direction générale de l'énergie et du climat : Marie-Cécile Degryse (coordination du projet), Daniel Delalande, Julien Marchal
- Direction générale de l'aménagement, du logement et de la nature : Florent Dehu, Claire Drocourt, Aude Jacquet, Christine Orefici, Jean-François Seguin, Martine Valette
- Direction générale de la prévention des risques : Francis Poupel
- Commissariat général au développement durable : Yvan Aujollet, Gwénoélé Carre

### Ministère de la Culture et de la Communication

- Direction générale des patrimoines : Jean-François Briand, Philippe Henault

### Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du territoire

- Direction générale des politiques agricoles, alimentaires et des territoires : Régis Ambroise, Philippe Laganier

### Directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement

- Yvain Benzenet (DREAL PACA), Frédéric Berly (DREAL Midi-Pyrénées), Olivier Cadier (DREAL PACA), Christophe Deblanc (DREAL Rhône-Alpes), Frédéric Dentand (DREAL Languedoc-Roussillon), Sylvaine Ize (DREAL PACA), Isabelle Jory (DREAL Languedoc-Roussillon), Marie-Odile Ratouis (DREAL Rhône-Alpes)

### Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie

- Département énergies renouvelables : Mila Galiano

### Associations et syndicats professionnels

- Ligue pour la protection des oiseaux : Yann André
- Syndicat des énergies renouvelables : Waël Elamine, Mickaël Grezes (JUWI)
- HESPUL : Mélodie De L'Épine, Marc Jedliczka
- ENERPLAN : Valérie Laplagne, Sylvain Roland

### Prestataires

- EGIS eau : Patrick Michel
- BIOTOPE : Nancy Sibora

DICOM-DGEC/BRO/10004 – Avril 2011

Conception graphique et réalisation : A. Collin/MEDDTL

**Crédits photos :**

première de couverture : L. Mignaux/MEDDTL ; p. 3 : A. Bouissou/MEDDTL ; p. 9 : L. Mignaux/MEDDTL, A. Bouissou/MEDDTL ;  
p. 11 : L. Mignaux/MEDDTL (x 3) ; p. 12 : Hespul, L. Mignaux/MEDDTL (x2), Exosun (x2) ; p. 14 : Biotope (x2), DREAL PACA ;  
p.15 : First Solar (x12) ; p. 17 : L. Mignaux/MEDDTL ; p.20 : L. Mignaux/MEDDTL ; p. 40 : A. Bouissou/MEDDTL ; p. 41 : L. Mignaux/MEDDTL ;  
p. 50 : M. Chevrier/MEDDTL, T. Degen/MEDDTL ; O. Brosseau/MEDDTL ; p. 59 : L. Mignaux/MEDDTL (x2) ; p. 65 : L. Mignaux/MEDDTL ;  
T. Degen/MEDDTL (x3) ; L. Mignaux/MEDDTL ; p. 70 : L. Mignaux/MEDDTL ; p. 76 : Hespul (x2) ; p. 77 : DREAL PACA, Juwi, Egis Eau, DREAL PACA,  
L. Mignaux/MEDDTL ; p. 78 : DREAL PACA, L. Mignaux/MEDDTL (x2), Juwi ; p. 80 à 83 : CNR ; p. 91 : CNR (x2) ; p. 92 : Juwi ; p. 98 : Juwi, Biotope ;  
p. 99 : A. Bouissou/MEDDTL ; O. Brosseau/MEDDTL ; p. 102 : L. Mignaux/MEDDTL, A. Bouissou/MEDDTL ; p. 103 : L. Mignaux/MEDDTL ;  
p. 107 : Juwi ; p. 113 : Exosun.

**Crédits illustrations :**

p. 10 : Hespul ; p. 13 : Egis Eau ; p. 46 : A. Collin/MEDDTL ; p. 51 : S. Giguët/MEDDTL ; p. 58 : A. Collin/MEDDTL ; p. 62 : A. Collin/MEDDTL ;  
p. 63 : A. Collin/MEDDTL ; p. 64 : First Solar ; p. 66 : First Solar ; p. 68 : Atelier des paysages Blaise et Lecuyer, Egis Eau, Atelier des paysages  
Blaise et Lecuyer, First Solar, S. Giguët/MEDDTL ; p. 99 : A. Collin/MEDDTL.

Impression : MEDDTL/SG/SPSSI/ATL2/Reprographie

Imprimé sur du papier certifié ecolabel européen - [www.ecolabel.eu](http://www.ecolabel.eu)



Ressources, territoires, habitats et logement  
Énergies et climat Développement durable  
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

**Présent  
pour  
l'avenir**

---

**Ministère de l'Écologie, du Développement durable,  
des Transports et du Logement**

Direction générale de l'Énergie et du Climat

92 055 La Défense cedex

Tél. 33 (0)1 40 81 21 22