

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : Soren

La collecte et le recyclage des panneaux photovoltaïques usagés en France

La collecte des panneaux usagés s'effectue :

- via le réseau de points d'apport volontaire pour les petits volumes (- de 40 panneaux)
- par enlèvement sur site pour les gros volumes (+ de 40 panneaux)

- DE 40 PANNEAUX

Trouvez le point d'apport volontaire le plus proche sur www.soren.eco

Déposez ou faites déposer vos panneaux photovoltaïques au point d'apport volontaire.

Le point d'apport volontaire regroupe les panneaux usagés.

Les panneaux usagés sont transportés vers des centres de traitement adaptés



Les panneaux sont séparés de leur cadre aluminium et de leur boîtier de jonction, puis broyés afin d'obtenir des fractions, qui sont ensuite triées à l'aide de différentes méthodes (vibration, tamisage, courant de Foucault, tri optique...).

Les matières premières secondaires peuvent être utilisées pour de nouveaux usages.

+ DE 40 PANNEAUX

Faites une demande d'enlèvement en ligne sur www.soren.eco

Notre logisticien prendra contact avec vous afin d'organiser l'enlèvement



La reprise

Sans frais :

les détenteurs de panneaux photovoltaïques usagés peuvent faire appel sans frais à notre réseau de traitement et de collecte.



Le détenteur doit s'assurer du plein respect des conditions de reprise.

Elles sont disponibles sur www.soren.eco/collecte/conditions-de-reprise

Tous types de panneaux :

la reprise s'effectue indépendamment de la marque, de la date de mise sur le marché ou de la technologie.

L'apport volontaire :

Modalités de reprise pour le dépôt en point d'apport volontaire, pour des quantités inférieures à 40 panneaux

Vous achetez un équipement neuf : les distributeurs ont l'obligation légale de reprendre gratuitement votre équipement usagé lors de votre achat. C'est la reprise 1 pour 1.

Vous n'achetez pas d'équipement neuf : certains distributeurs partenaires acceptent également la reprise de votre équipement sans obligation d'achat. C'est la reprise 1 pour 0.



Une question concernant la reprise de vos panneaux photovoltaïques usagés ?
operations@soren.eco

Modalités de reprise, adresses et horaires de nos points d'apport volontaire sur soren.eco

Nos engagements pour une réduction de l'impact environnemental

Principe de proximité

nous traitons les panneaux photovoltaïques usagés au point le plus proche.

Exigence technique et environnementale

nous appliquons systématiquement les normes les plus exigeantes pour la sélection de nos prestataires logistique et de traitement.

Audit annuel

de l'ensemble de nos prestataires opérationnels et de nous-même par un tiers indépendant.

Le solaire se renouvelle

Soren est l'éco-organisme sans but lucratif agréé par les pouvoirs publics pour la collecte et le traitement des panneaux photovoltaïques usagés en France.

Nous structurons et coordonnons le réseau de collecte et de traitement des panneaux solaires photovoltaïques usagés sur l'ensemble du territoire métropolitain et ultramarin. Nous garantissons une filière de reprise des panneaux photovoltaïques usagés respectueuse des critères environnementaux et techniques les plus exigeants.

A ce titre, nous soutenons les acteurs de l'économie sociale et solidaire et encourageons le développement d'une filière photovoltaïque à haute valeur ajoutée environnementale, sociale et économique.

Ensemble, contribuons à la circularité de la filière photovoltaïque française !

- + de 230 points d'apports volontaire
- + de 5 sites de traitement
- + 16 000 tonnes de panneaux photovoltaïques collectées depuis 2015



Recyclez vos panneaux photovoltaïques

Découvrez la filière de collecte et de recyclage des panneaux photovoltaïques usagés

www.soren.eco

soren
rayonnons, régénérons, recyclons

Retrouvez nous sur www.soren.eco

13 rue du Quatre-Septembre - 75002 Paris, France

T: +33 (0)1 83 75 77 00

bonjour@soren.eco



#SORENEWABLE

soren
rayonnons, régénérons, recyclons

**ANNEXE 2 : Etude Préalable Agricole (Chambre
d'Agriculture de la Haute-Loire, 2024)**

**ETUDE PREALABLE AGRICOLE
PROJET D'AGRIVOLTAÏSME**

Communes de Paulhaguet et St Georges d'Aurac



Avril 2024

Table des matières

1	Contexte réglementaire d'une étude préalable agricole et de l'agrivoltaïsme	1
1.1	Références réglementaires	1
1.1.1	Lois et décrets	1
1.1.2	Projets soumis à une étude préalable agricole	1
1.1.3	Contenu de l'étude préalable agricole :	1
1.2	L'agrivoltaïsme :	2
1.2.1	Définition de l'agrivoltaïsme :	2
1.2.2	La loi d'accélération des énergies renouvelables	2
2	Cadre de l'étude préalable agricole et présentation des acteurs	3
2.1	Porteur de projet : entreprise CVE.....	3
2.2	Réalisateur de l'étude : Chambre d'Agriculture Départemental de Haute- Loire	3
2.3	Présentation de l'exploitation et du cadre du projet d'agrivoltaïsme.....	4
2.3.1	Présentation de l'exploitation	4
2.3.2	Cadre du projet :	4
3	Description du projet et ses caractéristiques locales.....	5
3.1	Localisation du projet	5
3.2	Règles d'urbanisme :	6
4	Périmètre d'études	7
4.1	Délimitation du périmètre d'étude.....	7
5	Analyse de l'Etat initial de l'économie agricole du territoire concerné	8
5.1	L'agriculture du département de Haute-Loire	8
5.2	L'agriculture dans le périmètre d'étude	9
5.2.1	Situation géographique.....	9
5.2.2	Occupation des sols	10
5.2.3	Utilisation de la surface agricole utile (SAU).....	10
5.2.4	Les productions animales (sources de données RGA 2020)	11
5.2.5	La place des exploitants	12
5.2.6	La valorisation des productions	12
5.2.7	Synthèse des enjeux de l'économie agricole sur le périmètre retenu :	13
6	Mesure d'évitement et de réduction – réponse à la définition de l'agrivoltaïsme.....	14
6.1	Choix du terrain et ses caractéristiques.....	14
6.1.1	Etat initial des parcelles agricoles :	16
6.1.2	Réponse du projet vis-à-vis de la loi	16
	Article R314-108 - Version en vigueur depuis le 10 avril 2024	17
	Création Décret n°2024-318 du 8 avril 2024 - art. 1 La parcelle agricole à considérer pour l'application de l'article L. 314-36 correspond à un périmètre présentant les mêmes caractéristiques agricoles, supportant un projet d'installation agrivoltaïque et déterminé par les limites physiques d'une implantation continue de panneaux photovoltaïques. Il peut être d'une superficie différente de celle de la parcelle considérée par le cadastre ou de la parcelle délimitée dans les conditions fixées à l'article D. 614-32 du code rural et de la pêche maritime sur laquelle est réalisé le projet.	17
7	Effets positif du projet	24
7.1	Projet mise en œuvre pour s'adapter à l'utilisation actuelle de la parcelle	24
8	Conclusion	25
9	Annexe	26

1 Contexte réglementaire d'une étude préalable agricole et de l'agrivoltaïsme

1.1 Références réglementaires

1.1.1 Lois et décrets

- Loi n°2023-175 du 10 mars 2023 relative à l'accélération de la production d'énergie ;
- Article L.112-1-3et D.112-1-19 du code rural et de la pêche maritime précisent ;
- Décret 2016-1190 du 31 août 2016 ;
- Instruction technique DGPE/SDPE/2016-761 du 22/09/2016 ;
- Loi n°2023-175 du 10 mars 2023 relative à l'accélération de la production d'énergie ;
- Décret n°2024-318 du 8 avril 2024 relatif au développement de l'agrivoltaïsme.

1.1.2 Projets soumis à une étude préalable agricole

Une étude préalable agricole est obligatoire dès que le projet répond aux trois conditions cumulatives suivantes :

- Ils doivent être soumis à évaluation environnementale systématique dans les conditions prévues à l'article R122-2 du code de l'environnement ;
- L'emprise définitive du projet est située en tout ou partie sur des terres en activité agricole, forestière ou naturelle, au sens de l'article L.311-1, ou ayant fait l'objet d'une activité dans les 5 années qui précèdent le dépôt du dossier. Si la commune dispose d'un document d'urbanisme approuvé, en zone à urbaniser, le délai est réduit à 3 ans ;
- La surface prélevée de manière définitive est supérieure ou égale à 3 hectares pondérés par la nature des cultures, afin de tenir compte de la valeur de la production (seuil prévu par le décret du 31 août 2016).

1.1.3 Contenu de l'étude préalable agricole :

Le décret 2016-1190 du 31 août 2016 ne fournit pas de prescription ou indication sur la méthodologie à appliquer. La construction de l'étude s'appuie sur la méthodologie élaborée par La DDRAAF Auvergne-Rhône-Alpes. Cette note méthodologique précise le contenu attendu d'une étude préalable et les modalités d'évaluation des mesures de compensation.

Contenu d'une étude préalable agricole :

- La description du projet et la délimitation du territoire concerné par le projet
- L'analyse de l'état initial de l'économie agricole du territoire concerné et la justification du périmètre retenu par l'étude
- L'étude des effets positifs et négatifs du projet sur l'économie agricole de ce territoire. Elle intègre une évaluation financière globale des impacts
- Les mesures envisagées et retenues pour éviter et réduire les effets négatifs notables du projet.
- Le cas échéant, les mesures de compensation collective envisagées, l'évaluation de leur coût et les modalités de leur mise en œuvre

Finalité de la compensation agricole collective :

Le prélèvement foncier peut diminuer le potentiel économique agricole d'un territoire. Il peut contribuer à :

- La diminution de la production agricole du territoire et de son chiffre d'affaires impactant ainsi l'activité des entreprises de l'aval (transformation, commercialisation) ;
- La diminution des emplois du secteur agricole (amont, aval) ;
- La fragilisation des exploitations freinant ainsi leur dynamisme (manque de visibilité sur le potentiel de modernisation de leur exploitation) ;
- La dégradation de la préservation de la biodiversité, du paysage et du cadre de vie.

Il peut engendrer ainsi un certain nombre de nuisances pour l'activité économique agricole :

- Raréfaction des terres disponibles limitant les possibilités d'installation et de restructuration des exploitations agricoles ;
- Accroissement des surcoûts et des difficultés de fonctionnement (achat de fourrage, allongements de parcours, sécurisation des parcelles...) ;
- Développement des phénomènes de rétention foncière ;
- Fragilisation relative des filières concernées.

Le maintien du chiffre d'affaires global de l'économie agricole d'un territoire ne peut se réaliser que par la pérennisation du potentiel économique global à laquelle la compensation agricole collective contribue. Cette compensation permet de contribuer à réparer l'impact d'un projet, sur la structuration et le fonctionnement de l'agriculture du territoire.

1.2 L'agrivoltaïsme :

1.2.1 Définition de l'agrivoltaïsme :

La définition de l'agrivoltaïsme par l'ADEME repose sur « la notion de synergie entre production agricole et production PV sur une même surface de parcelle. L'installation PV doit ainsi apporter un service en réponse à une problématique agricole ».

L'agrivoltaïsme est une installation permettant de coupler une production photovoltaïque secondaire à une production agricole principale en permettant une synergie de fonctionnement démontrable. Dans ce cas, les innovations concerteront des systèmes photovoltaïques équipés d'outils et de service de pilotage permettant d'optimiser les productions agricoles.

1.2.2 La loi d'accélération des énergies renouvelables

La loi d'accélération des énergies renouvelables est ainsi établie :

La loi n° 2023-175 du 10 mars relative à l'accélération de la production d'énergies renouvelables définit les règles. Des dispositions spécifiques à la production d'électricité à partir d'installation agrivoltaïque sont précisées dans L'article L 314-36 du code de l'énergie :

I - Une installation agrivoltaïque est une installation de production d'électricité utilisant l'énergie radiative du soleil, dont les modules sont situés sur une parcelle agricole où ils permettent de maintenir ou de développer durablement une production agricole.

II. – Est considérée comme agrivoltaïque une installation qui apporte directement à la parcelle agricole au moins l'un des services suivants, en garantissant à un agriculteur actif ou à une exploitation agricole à vocation pédagogique gérée par un établissement relevant du titre I^{er} du livre VIII du code rural et de la pêche maritime une production agricole significative et un revenu durable en étant issu :

- 1^{er} L'amélioration du potentiel et de l'impact agronomique ;
- 2^{me} L'adaptation au changement climatique ;
- 3^{me} La protection contre les aléas ;
- 4^{me} L'amélioration du bien-être animal.

III. – Ne peut pas être considérée comme agrivoltaïque une installation qui porte une atteinte substantielle à l'un des services mentionnés au 1^{er} à 4^{me} du II ou une atteinte limitée à deux de ces services :

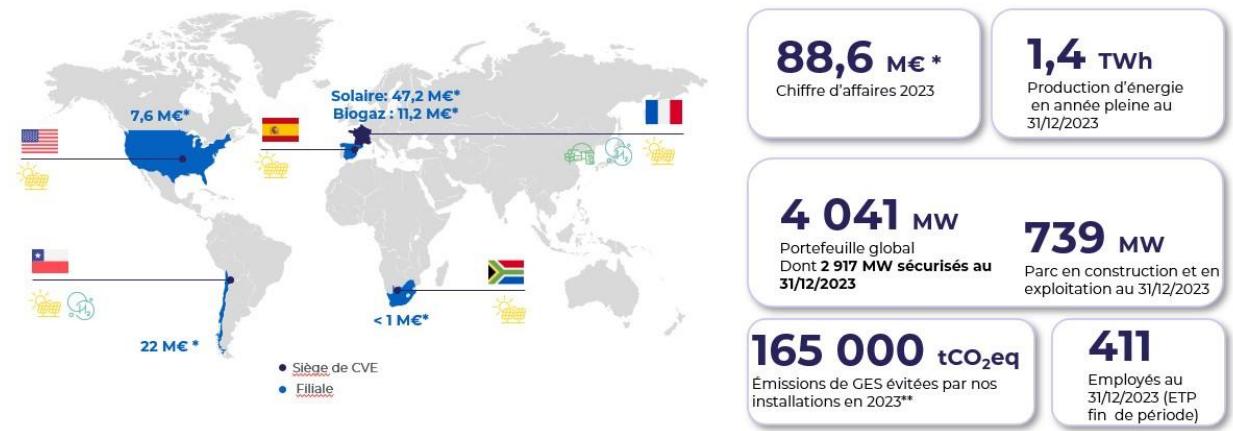
- 1^{er} Elle ne permet pas à la production agricole d'être l'activité principale de la parcelle agricole ;
- 2^{me} Elle n'est pas réversible

2 Cadre de l'étude préalable agricole et présentation des acteurs

2.1 Porteur de projet : entreprise CVE

Le groupe CVE est un producteur indépendant français d'énergies renouvelables. Devenu en 2022 une **entreprise à mission** avec pour objectif de mettre l'humain et la planète au cœur de l'énergie de demain, le groupe vient d'acquérir sa **certification B-CORP**.

Le groupe développe, finance et construit des centrales solaires, des unités de méthanisation et des centrales de production/distribution hydrogène pour les exploiter en propre dans la durée.



Basé à Marseille depuis sa création en 2009, CVE est également présent à l'international. En France, afin d'être au plus près des territoires, nous nous appuyons **sur 6 autres bureaux régionaux** à Lyon, Toulouse, Bordeaux, Rennes, Paris et Strasbourg.

L'équipe en charge du développement du projet solaire de Paulhaguet et ainsi basée à **Lyon**.

A ce jour, CVE a investi **866 M€** dans la construction de ses centrales, et a ainsi démontré sa capacité à assurer le développement et financement de ses projets.

2.2 Réalisateur de l'étude : Chambre d'Agriculture Départemental de Haute-Loire

Les Chambres d'Agriculture sont des établissements économiques ayant des missions de service public. Elles sont pilotées par des élus professionnels représentant les principaux acteurs du secteur agricole, rural et forestier. Les chambres d'Agriculture sont des portes paroles des intérêts du monde agricole et rural auprès des pouvoirs publics. Elles sont aux services des agriculteurs et des collectivités. Etablissements de proximité, dotés d'un vivier de compétences multiples et spécialisées, de nombreux services sont proposés à ses ressortissants. Les Chambres d'Agriculture accompagnent également tous les projets de territoire intégrant l'agriculture.

2.3 Présentation de l'exploitation et du cadre du projet d'agrivoltaïsme

2.3.1 Présentation de l'exploitation

Situation géographique : siège de l'exploitation et bâtiment d'élevage sur la commune de Couteuges

Historique : reprise familiale en 1993

Main d'œuvre : GAEC entre époux – un salarié à temps partiel – fauche, ensilage et enrubannage en prestation par une entreprise

Structure : 110 ha dont 60 ha regroupés à proximité des bâtiments sur les communes de Couteuges, Paulhaguet, St Georges d'Aurac et Mazerat d'Arouze. Des parcelles sont irriguées.

Matériel : partage de matériel en CUMA, notamment pour les épandages

Production : polyculture élevage - élevage de 50 vaches laitières et élevage des génisses – lait vendu à SODIAAL

Perspective : pouvoir transmettre l'exploitation laitière à leur fils

2.3.2 Cadre du projet :

Implantation de panneaux photovoltaïques sur terre agricole pour un projet agrivoltaïque. Il s'agit d'une installation photovoltaïque de type ombrière installée sur des prairies permanentes.

Ce projet deviendra partie intégrante de l'exploitation agricole sur ces terres.

3 Description du projet et ses caractéristiques locales

Rappel Article D112-1-19 du code rural et de la pêche maritime

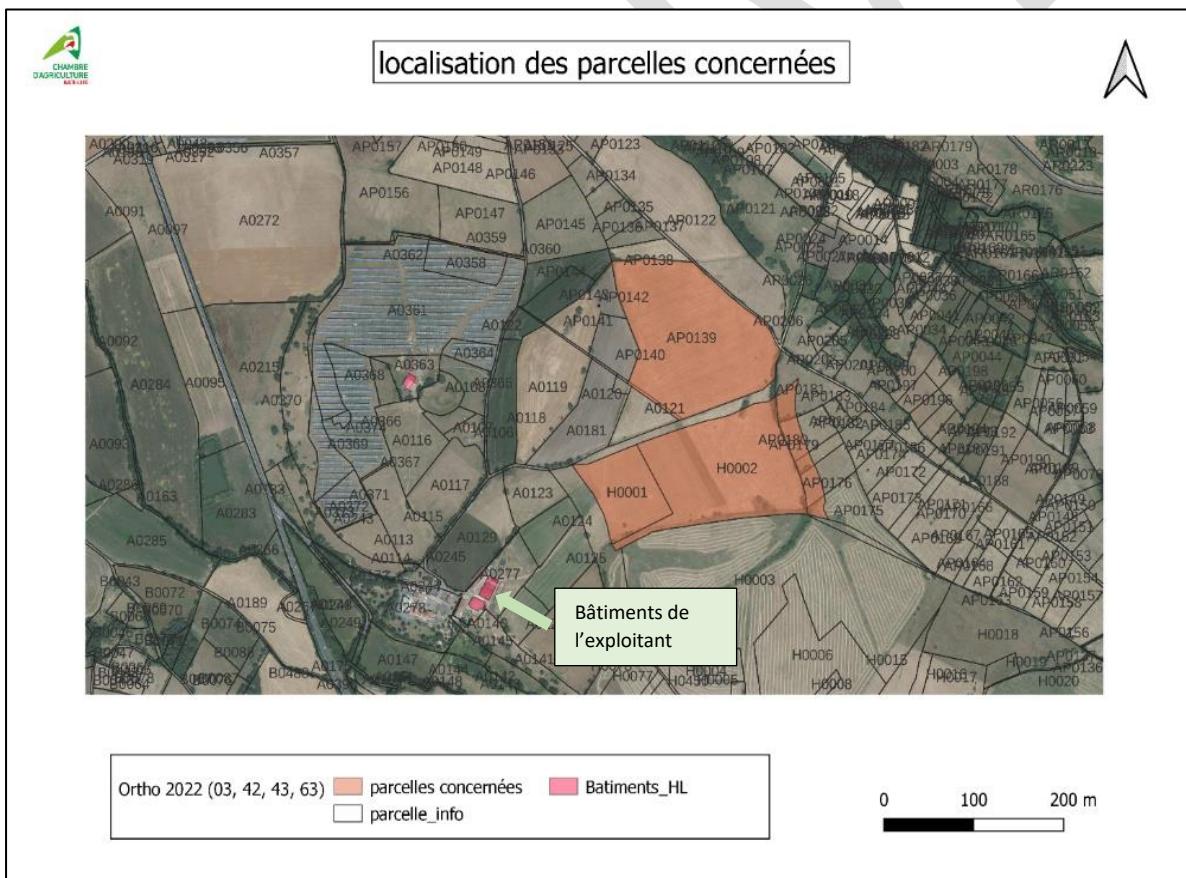
« L'étude préalable comprend : Une description du projet et la délimitation du territoire concerné. »

Note méthodologique sur l'élaboration de l'étude préalable et des compensations collectives agricoles : DRAFF Auvergne-Rhône-Alpes

« Le périmètre du territoire objet de l'étude est défini à partir de la localisation des sièges d'exploitation concernées par l'emprise du projet, il englobe leur parcellaire pour former un périmètre A, y compris pour les exploitations disposant de plusieurs sites et d'un siège éloigné du site impacté (par exemple exploitation utilisant des alpages ou estives), le périmètre peut donc être discontinu. Il s'y ajoute une zone d'influence (périmètre B) sur les filières amont et aval (1^{ère} transformation) des exploitations agricoles concernées.

3.1 Localisation du projet

Le projet agrivoltaïque s'oriente sur des parcelles situées sur les communes de St Georges d'Aurac et de Paulhaguet à proximité d'un parc photovoltaïque implanté sur la commune de Couteuges. Il s'agit d'un terrain privé exploité par les propriétaires.



Numéros de la parcelle	Surface total m ²	Nature au cadastre	commune	Document d'urbanisme
H 001	26 603	pré	St Georges d'Aurac	RNU
H 002	85 507	pré	St Georges d'Aurac	RNU
AP 139	89 977	Landes	Paulhaguet	PLU (zone A)
TOTAL	202 087			

3.2 Règles d'urbanisme :

- Les parcelles concernées par le projet sur la commune de Paulhaguet se situent en zone A du PLU de Paulhaguet. Elles ne font pas l'objet d'un zonage spécifique pour l'implantation de photovoltaïque dans le PLU.
- La commune de St Georges d'Aurac est couverte par le règlement National d'Urbanisme. La loi montagne s'applique sur cette commune. Etant donné que les parcelles sont en discontinuité du bâti existant, il n'est pas possible d'urbaniser sur ces sols.

Seul un projet d'agrivoltaïsme tel que la loi n°2023-175 du 10 mars 2023 relative à l'accélération de la production d'énergie le prévoit, pourra être recevable d'un point de vue des réglementations d'urbanisme.

EPREUVE

4 Périmètre d'études

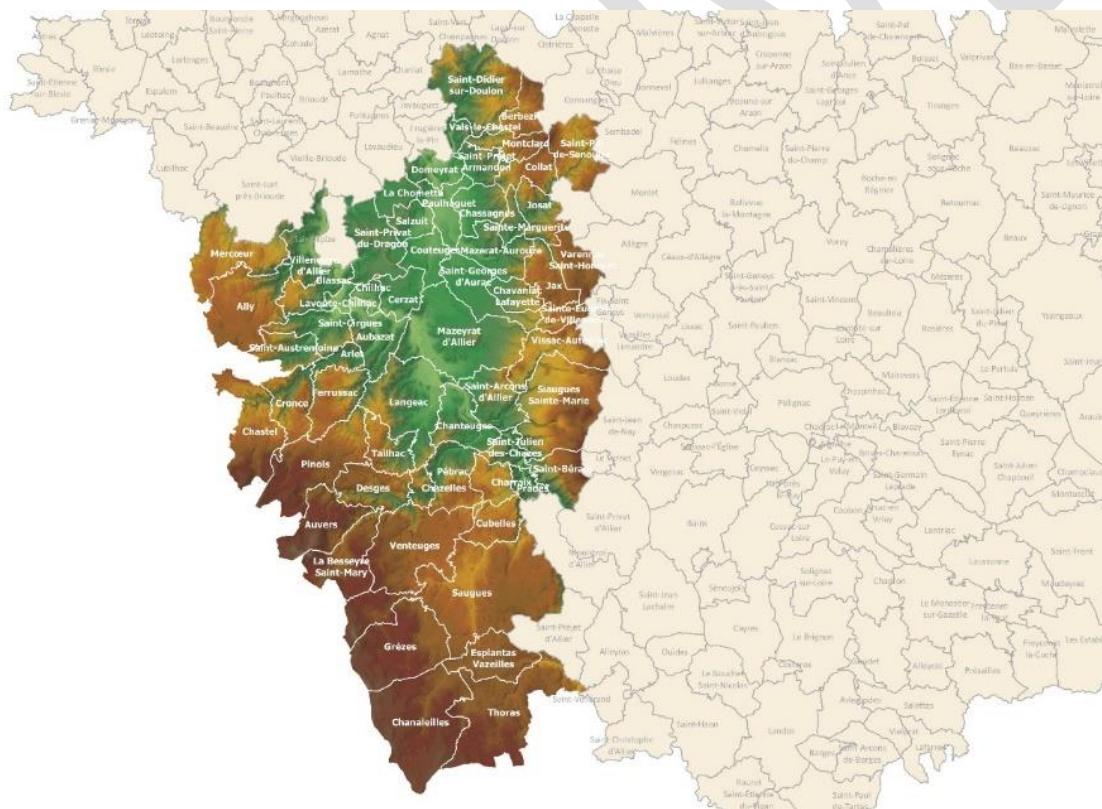
4.1 Délimitation du périmètre d'étude

L'implantation des panneaux est prévue sur des pâturages exploités par une seule exploitation. Du fait qu'il n'y ait qu'un seul exploitant concerné, il serait très restrictif de définir un périmètre qui ne tiendrait compte que du parcellaire d'une exploitation et de prendre unique en considération que les acteurs économiques avec qui les exploitants travaillent. Il est donc préférable de considérer un périmètre géographique plus large que le strict périmètre qui pourrait être établi en prenant la méthodologie prés citée.

Le site d'implantation du projet, soit Paulhaguet et Saint Georges d'Aurac, se situe sur communauté de communes des Rives du Haut Allier. Cette collectivité est une entité reconnue qui a la compétence économique, il est donc intéressant de prendre en compte ce territoire rural dans sa globalité. Son périmètre englobe 60 communes. Le choix du périmètre d'étude se porte donc sur la communauté de communes des Rives du Haut Allier.

Périmètre d'étude retenue :

Communauté de communes des Rives du Haut Allier



5 Analyse de l'Etat initial de l'économie agricole du territoire concerné

Rappel Article D112-1-19 du code rural et de la pêche maritime

« L'étude préalable comprend : Une analyse de l'état initial de l'économie agricole du territoire concerné. Elle porte sur la production primaire, la première transformation et la commercialisation par les exploitants agricoles et justifie le périmètre retenu de l'étude. »

Note méthodologique sur l'élaboration de l'étude préalable et des compensations collectives agricoles : DRAFF Auvergne-Rhône-Alpes

L'analyse de l'état initial de l'économie agricole du territoire se traduit par une monographie de l'agriculture selon les indicateurs suivants : exploitants, exploitations, sols, orientations et assolements, agrégats économiques (produit brut agricole, valeur ajoutée, investissements).

5.1 L'agriculture du département de Haute-Loire

L'agriculture a une place importante sur le département. Ci-joint quelques chiffres clés présentant ses caractéristiques issues du RGA 2020

Exploitations : 3 950

Chefs d'exploitations : 5214

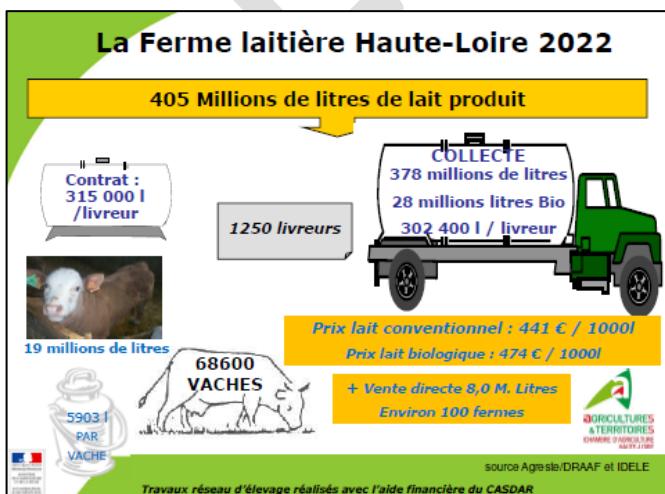
SAU : 231 087 ha

Surface moyenne par exploitation : 58.5 ha

Présentation de la production laitière du département d'après les résultats des travaux du réseau d'élevage de la chambre d'agriculture de haute Loire :

Une production laitière très présente sur ce territoire comme sur l'ensemble du département.

- Le lait vendu par livreur en augmentation ces 5 dernières années → **258 678 l /livreur** en 2017 pour atteindre **302 400 litres** en 2022 ;
- La collecte laitière en recul de 2% en 2022 par rapport à 2021 ;



Un élevage laitier familial

- 90 ha dont 75 ha de SFP avec 80% de prairies : du tout herbe à 60% d'ensilage mais dans les rations VL, du très pâturant au zéro pâtrage...
- 55 vaches laitières : 30 à 150 vaches
- 315 000 litres de lait en contrat de 100 000 l à + de 1 000 000 litres par livreur



Travaux réseau d'élevage réalisés avec l'aide financière du CASDAR



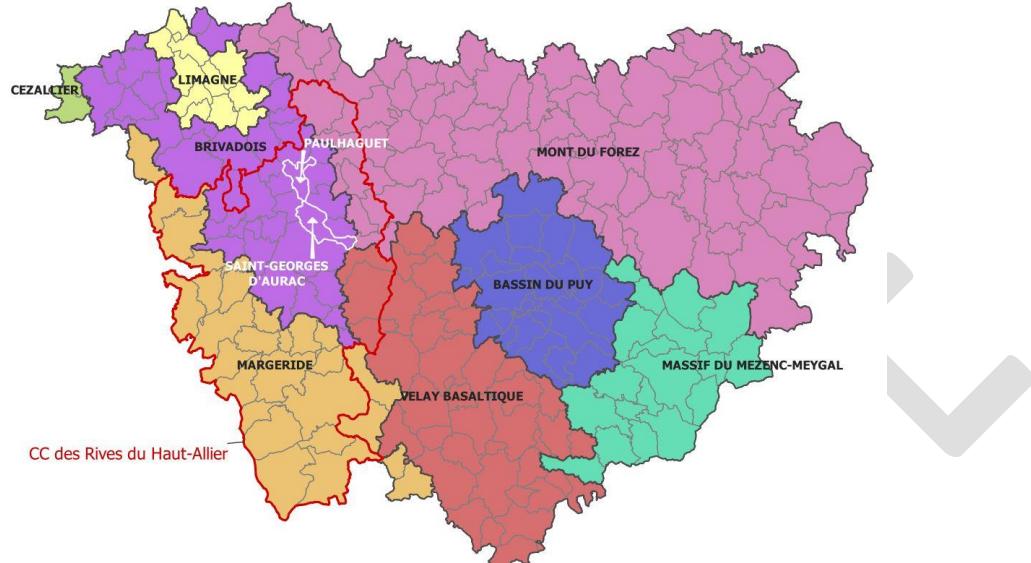
- Très peu de démarcation : 80% des livraisons de lait sont réalisées sans démarcation de produit ;
- En France on consomme 1 litre de lait par jour et par habitant (sous ces différentes formes de fromages, lait, yaourts, dessert...) et on produit 4.7 litres/jour/altigérien !

5.2 L'agriculture dans le périmètre d'étude

5.2.1 Situation géographique

Le périmètre d'étude est situé dans plusieurs petites régions agricoles. Il s'étend en grande partie sur la Margeride et le Brivadois. Il empiète également sur le Velay Basaltique et quelques communes du Monts de Forez.

Quelques précisions sur le Brivadois, petite région correspondante au projet :



Les communes de Paulhaguet et St Georges d'Aurac font partie de la petite région agricole du Brivadois. Ce secteur se caractérise par des sols granitiques, légers, séchants et acides selon les parcelles et les pratiques d'entretien. Un recul de l'élevage, notamment laitier, sur certaines zones entraîne une perte de matières organiques dans le sol. Les analyses de sols révèlent souvent une petite CEC (inférieure ou égale à 130). La CEC nous indique la capacité du sol à retenir les éléments fertilisants capables de nourrir la plante. Une CEC faible correspondant à des sols pauvres en matière organique et/ou faible en argile.

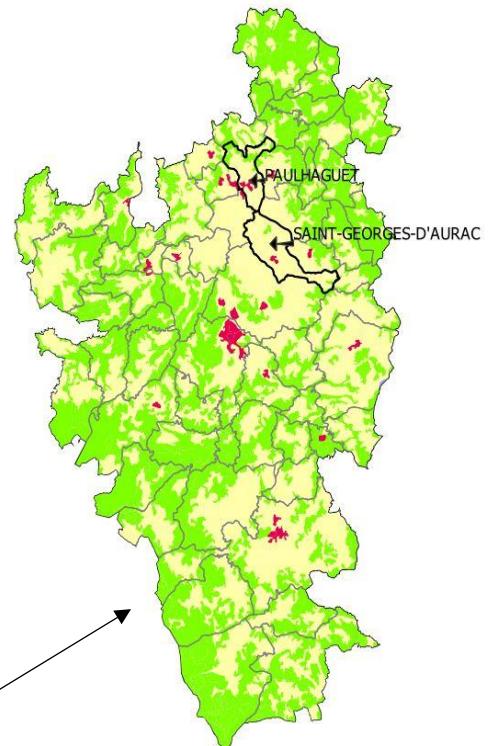
Le système cultural PT/maïs- céréale est très présent sur ce secteur, néanmoins on y cultive aussi quelques autres cultures annuelles comme le tournesol oisellerie, le lin, le petit épeautre, la lentille...

Ces dernières années, cette petite région a été régulièrement touchée par de longues périodes de sécheresses cumulées par de fortes chaleurs. Ces évolutions climatiques impactent le potentiel des cultures et des surfaces fourragères.

5.2.2 Occupation des sols

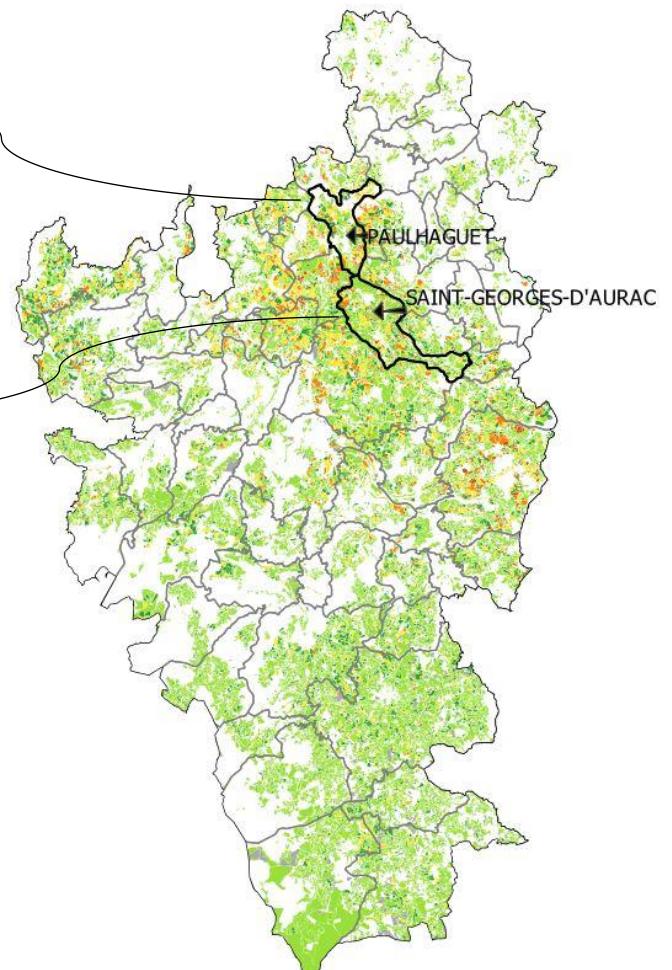
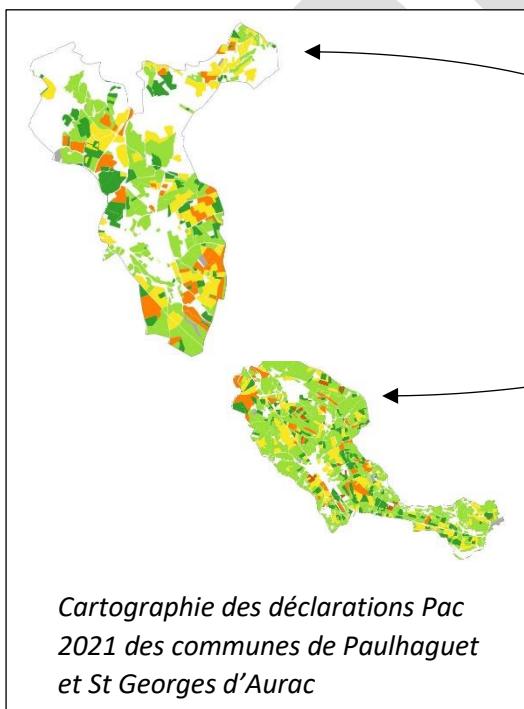
Base des données géographique
CORINE Land Cover 2022

- 48% de terres agricoles (51 986 ha)
- 51% de forêts et milieux naturels (56 122 ha)
- 1% du territoire urbanisé (1096 ha)

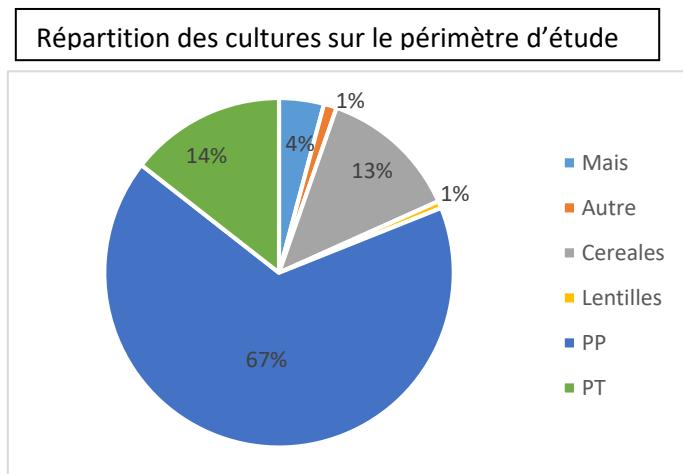


5.2.3 Utilisation de la surface agricole utile (SAU)

Assolement des exploitations : Les déclarations PAC 2021 nous renseignent sur les types de culture et leur répartition sur le territoire.



Analyse de la répartition des cultures :

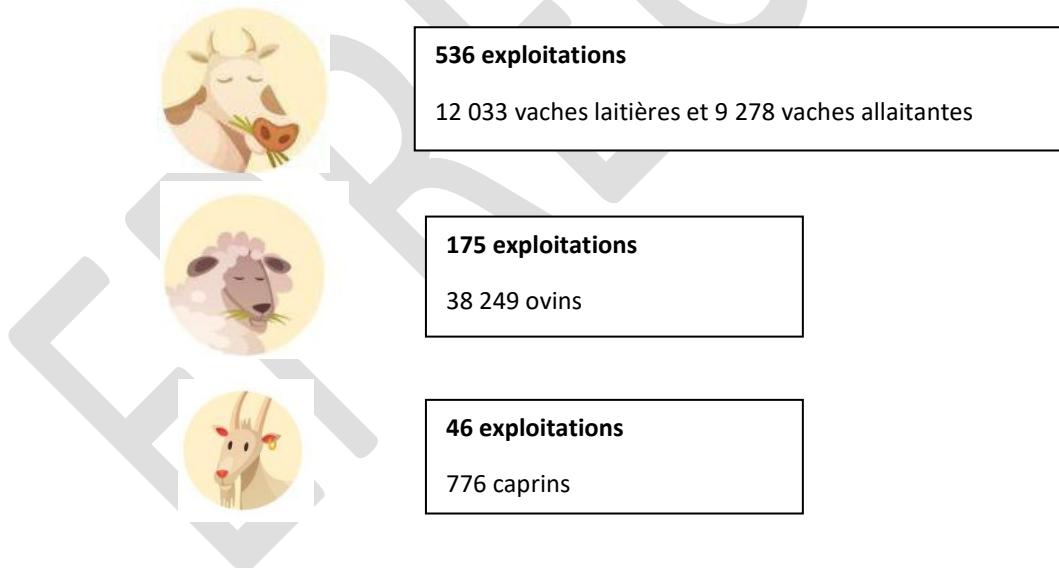


Une surface agricole orientée vers l'élevage avec une portion de surface en herbe très importante (**81 % de la surface de la SAU est en herbe**).

Agriculture biologique

94 exploitations sont en agriculture biologique, cela représente 5229 ha soit 11% de la SAU, soit dans la même proportion que l'ensemble du département.

5.2.4 Les productions animales (sources de données RGA 2020)



➤ Zoom sur la production laitière sur le site du projet

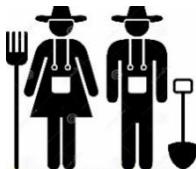


Le périmètre d'étude est large et hétérogène en matière de production. Il est intéressant de faire un zoom sur la production laitière (production impactée par le projet) sur les communes de Paulhaguet et St Georges d'Aurac qui sont concernées par l'implantation du projet et sur la commune de Couteuges siège de l'exploitation concernée.

- 16 exploitations laitières sont recensées sur ces trois communes, dont 9 GAEC.
- Environ 6 000 000 litres de références laitières
- Deux exploitations vont prochainement arrêter leur activité sans avoir de succession connue à ce jour.
- Moyenne de 58.5 vaches laitières/exploitations.

- La production laitière est donc non négligeable sur le secteur d'emprise du projet.

5.2.5 La place des exploitants



- 1008 agriculteurs exploitants pour 776 exploitations
- Une baisse conséquente des exploitants a été enregistrée entre 2010 et 2020 (17%)
- Un dynamisme est cependant à relever avec 74 DJA (dotation jeune agriculteur) en 2016 et 2021

Toutefois l'âge moyen de 50 ans des exploitants témoignent d'un vieillissement de la population agricole et un enjeu fort pour les transmissions à venir.

5.2.6 La valorisation des productions

L'AOP lentilles vertes du Puy, des IGP et label rouge sont identifiés dans 157 exploitations soit sur 20% d'entre elles.

12 Communes de la communauté de communes concernées par l'AOP Lentille :

- **Couteuges**
- **St Georges d'Aurac**
- Mazerat-aurouze
- Jax
- Chavaniac Lafayette
- Sainte-Eugénie de Villeuve
- Vissac-Auteyrac
- Siaugues Sainte-Marie
- Saint Bérain
- Saint-Arcons d'allier
- Mazérat d'Allier
- Cerzat

ZONE D'APPELATION LENTILLE VERTE DU PUY

Décret du 23 Septembre 1999



La transformation fermière est en croissance

pour le lait, les légumes, la viande et est mise en place sur 76 exploitations. D'autre part 64 fermes proposent de la vente directe.

La diversification (travail à façon, activité touristique comme l'hébergement) est présente sur 109 exploitations. Ces activités ont fortement augmenté ces dernières années.

Des points de ventes : 3 magasins de producteurs, 1 magasin de producteurs fermiers, 2 marchés de producteurs (Saugues et Langeac)

Travail et mutualisation du matériel : Des CUMA (coopérative d'utilisation de matériel) bien présentes sur ce territoire. 26 CUMA ont été dénombrées. Ci-dessous la liste des CUMA qui témoigne d'une organisation collective sur ce territoire. Les adhérents comptabilisés sont uniquement des exploitants ayant leur siège social sur la communauté de communes des Rives du Haut Allier. A noter que des exploitants peuvent adhérer à plusieurs CUMA suivant leur besoin en matériel.

NOM	ADHERENTS
CUMA D'ALLY MERCOEUR	38
CUMA DU BRIANCON	64
CUMA LA BRUYERE	22
CUMA DE LA CROIX VERTE	9
CUMA DE DOMEYRAT	29
CUMA DE LA DURANDE	25
CUMA DES ESCLOS	20
CUMA DE LA GARENNE	28
CUMA DU GRANIT	46
CUMA DE LA GREZOISE	20
CUMA DE LANIAC	27
CUMA DE LALONDE	26
CUMA DE LA MARGERIDE NORD	32
CUMA DU MEYGATEAU	36
CUMA DU MILLENAIRE	10
CUMA DU MONT GEBROU	34
CUMA DU MONTEIL	9
CUMA DE PINOLS	40
CUMA DES PLATEAUX	30
CUMA DU POUZAT HAUT	48
CUMA DU PUY DU ROY	31
CUMA DES ROCHES	41
CUMA DE LA SENOUIRE	35
CUMA DE LA SEUGE	42
CUMA DE SAINTE EUGENIE DE VILLENEUVE	18
CUMA DE PINET	32

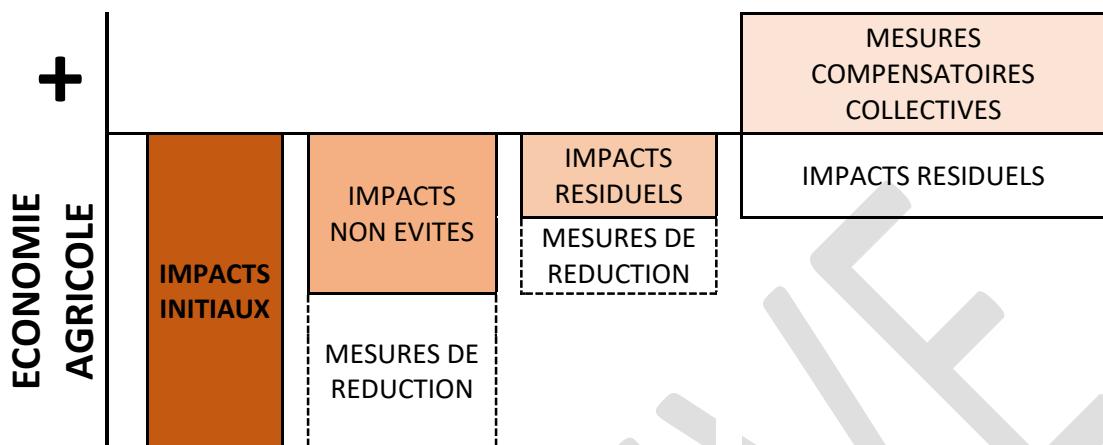
5.2.7 Synthèse des enjeux de l'économie agricole sur le périmètre retenu :

ATOUTS	FAIBLESSES
Renouvellement des générations dynamique ces dernières années sur certaines communes du territoire	Ages moyen des exploitants (50 ans)
Parc bâtiment assez moderne (favorise les conditions de travail)	Coût des bâtiments élevés (fermés, isolés) en altitude
Abattoirs à proximité à Brioude	
Plusieurs possibilités de production : bovin lait, bovin viande, ovin viande, ovin lait, caprin Transformation à la ferme	Territoire divisé en 2 zones d'altitudes différentes. Pas de culture possible sur la partie haute et de ce fait pas d'autonomie possible
Travail en commun via les CUMA bien développé	
	Des terrains majoritairement acides et superficiels donc séchant et de ces faits sensibles au sec ce qui fragilise l'autonomie fourragère

MENACES	OPPORTUNITES
Rentabilité des exploitations avec l'augmentation des charges	AOP lentille sur une partie du territoire, Présence d'IGP
La sécurité des systèmes fourragers pour assurer l'alimentation des cheptels avec le changement climatique	Une région touristique qui offre un potentiel pour de la diversification (vente directe, hébergement...)
Renouvellement des générations sur des zones de déprise	

6 Mesure d'évitement et de réduction – réponse à la définition de l'agrivoltaïsme

Schéma : Séquence Eviter Réduire Compenser (ERC)



LES MESURES ENVISAGEES ET RETENUES POUR EVITER ET REDUIRE LES EFFETS NEGATIFS NOTABLES DU PROJET SUR L'ECONOMIE AGRICOLE DU TERRITOIRE

Rappel Article D112-1-19 du Code rural et de la pêche maritime

« L'étude préalable comprend : Les mesures envisagées et retenus pour éviter et réduire les effets négatifs notables du projet. L'étude établit que ces mesures ont été correctement étudiées. Elle indique le cas échéant, les raisons pour lesquelles elles n'ont pas été retenues ou sont jugées insuffisantes. »

DRAAF Auvergne-Rhône-Alpes – Note méthodologique sur l'élaboration de l'étude préalable et des compensations collectives agricoles

« L'étude doit se livrer à un examen critique des choix réalisés par le Maître d'Ouvrage et de leurs conséquences sur la préservation du foncier agricole et l'économie agricole dans son ensemble.

L'évitement est la première solution qui permet d'assurer l'absence d'impact en vérifiant que d'autres solutions que celles de l'installation du projet sur des espaces agricoles ont bien été envisagées et étudiées.

La réduction intervient quand les solutions d'évitement ont été étudiées et n'ont pu être retenues en totalité et que l'impossibilité de reporter le projet en dehors de la zone agricole a été démontrée.

La réduction est démontrée par l'examen des options prises par le parti d'aménagement et les mesures mises en place pour réduire les impacts sur l'économie agricole. Par exemple, toutes les mesures présentées dans le projet visant à reconstituer le potentiel des exploitations (mise en valeur de terres en friche destinées aux exploitants touchés par l'emprise), à rétablir leur fonctionnalité (circulation, point de vente) et leurs équipements fixes (réseaux) doivent être considérés comme des mesures de réduction.

Dans le cas où le projet génère des impacts spatiaux sur le fonctionnement des exploitations (chemins agricoles, accès) l'étude préalable peut prescrire des mesures pour y remédier.

Les impacts provisoires du chantier doivent aussi être examinés. »

6.1 Choix du terrain et ses caractéristiques

Afin de mieux connaître le type de sol de ces prairies permanentes destinées au projet, des mesures de profondeurs du sol et des estimations du taux de cailloux ont été réalisées par le service production végétale de la Chambre d'Agriculture. Des prélèvements de terre en vue d'analyses granulométriques ont également été effectués.

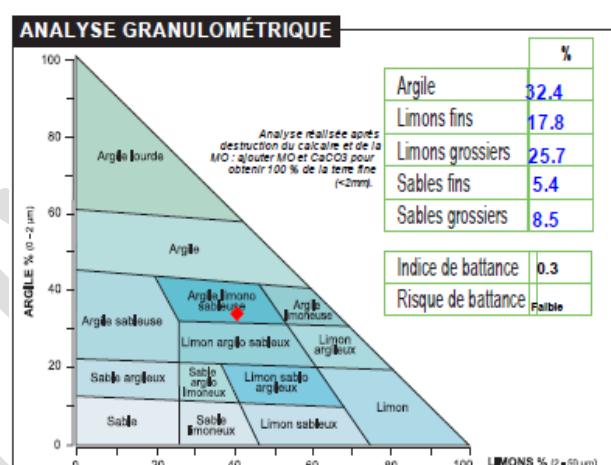
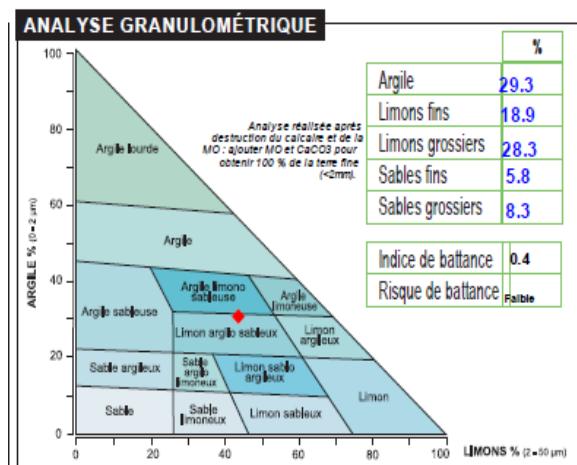
Considérant la surface et pour s'assurer de l'homogénéité du terrain, deux analyses ont été effectuées. Une sur la parcelle AP 139 et l'autre sur la parcelle H 002.

Les résultats sont les suivants :

- Profondeur du sol : 25 cm
En dessous de 50 à 60 cm, le sol est considéré peu profond et offre un potentiel limité.
- Taux de cailloux estimé à 25%
La présence de cailloux dans le sol a pour conséquence de rendre la structure plus filtrante.
- Analyses Granulométriques :

Parcelle : La Fridière 1

Parcelle : La Fridière 2



Les 2 parcelles sont de texture similaire. D'après ces analyses granulométriques, on caractérise ce sol à dominance argilo-limoneuse.

➤ Evaluation de la réserve utile des parcelles ci-dessus :

La réserve utile est la quantité d'eau que le sol peut absorber puis restituer à la plante. Elle est déterminée d'après ses caractéristiques de granulométrie, de porosité et de profondeur de terre.

La réserve utile des 2 parcelles « La fridière 1 et La fridière 2 » est estimée à 31 mm.

Interprétation du résultat :

Réserve utile	Type de sol
30 mm	Sol très superficiel
50 mm	Sol superficiel à moyen
75 mm	Sol moyen à assez bon

Les résultats des différentes analyses et calculs confirment que les terrains identifiés sont très superficiels et disposent d'une maigre autonomie en eau. Il serait nécessaire d'avoir de la pluie toutes les semaines pour favoriser la pousse de l'herbe, ce qui devient de plus en plus rare sur ce secteur. Pour indication une journée d'été ou de printemps ensoleillée et chaude, soit proche de 30°C, l'ETP (évapotranspiration potentielle) est estimée à 5 mm. Une RU de 30 mm équivaut donc à 6 jours de réserve en eau. La RU indique la réserve utile et non pas la réserve facilement utilisable (RFU). La RFU équivaut à 2/3 de la RU et correspond à l'eau que la plante peut utiliser sans souffrir de stress hydrique. Le sol ne dispose donc dans ce contexte que de 4 jours d'eau facilement utilisables pour les plantes.

Ce résultat explique en grande partie le rendement très faible, souvent inférieur à 2 tonnes. En 2023 l'exploitant a effectivement récolté 1,8 tonnes de foin. Le pâturage d'automne n'a pas été possible car la pluie a manqué sur cette période.

Observation de la flore :

D'un point de vue de la flore, il a été observé une implantation de graminées (houlque laineuse, agrostis, fétuque des près), peu productives plutôt résistantes au sec mais de faible valeur nutritive pour le cheptel.

La rentabilité de ces prairies à faible potentiel est moindre pour l'éleveur par la composition floristique et du point de vue des coûts d'exploitation. En effet les charges de mécanisation sont quasiment les mêmes pour entretenir et récolter le fourrage de ces types de prairies que pour une prairie qui offre un meilleur rendement. Du plus actuellement les exploitants font face à une augmentation des charges qui creuse de plus en plus l'écart de rentabilité suivant la nature des prairies.

Le projet se positionne sur des terrains agricoles de très faible intérêt agronomique. Une grande partie du projet est prévu sur une parcelle classée Lande au cadastre. Il a été démontré par les études de sol que le potentiel fourrager du terrain est faible.

6.1.1 Etat initial des parcelles agricoles :

Historique :

Lors de son installation le propriétaire exploitant a réalisé des travaux importants sur la parcelle afin d'optimiser son utilisation. Étant donné sa proximité avec les bâtiments, l'éleveur a cherché à maximiser l'utilisation de ces espaces. Des opérations de terrassement ont été effectuées à l'aide d'un tractopelle pour enlever les rochers, suivies par le nivellement du terrain pour faciliter la fauche. Cependant les rendements ont toujours été limités sur ce sol sans fond, comme le montre l'étude de sol (voir résultat de l'étude de sol, chapitre 6.1). De plus, les effets du réchauffement climatique et des sécheresses répétées contribuent à détériorer davantage la prairie en place.

Utilisation la plus fréquente de la parcelle :

- Fauche en juin (<2 tonnes de foin /ha)
- Pâturage vers le 20 septembre pour une durée de 2 à 3 semaines : une dizaine de génisses de 2 à 3 ans sur la parcelle AT 139, les autres parcelles (H001 et H002) sont souvent réservées aux vaches laitières. Des apports de fourrage sont nécessaires pour garantir une alimentation suffisante pour les troupeaux.

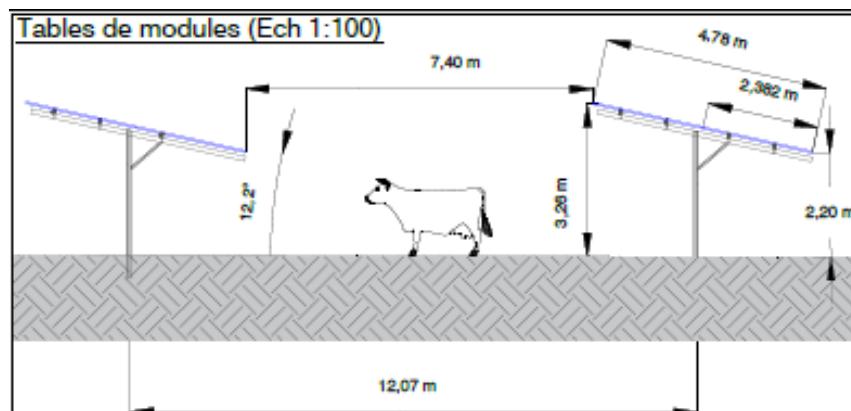
6.1.2 Réponse du projet vis-à-vis de la loi

I - Une installation agrivoltaïque est une installation de production d'électricité utilisant l'énergie radiative du soleil, dont les modules sont situés sur une parcelle agricole où ils permettent de maintenir ou de développer durablement une production agricole

Intégration du projet avec l'activité agricole :

Dans le cadre de ce projet agrivoltaïsme il est important de le juger en fonction de son intégration avec l'activité agricole.

Ci-joint la présentation du choix des types panneaux à installés



Calcul de la surface nécessaire aux éléments techniques, soit la surface qui ne sera plus exploitable. Le choix des types de pieu n'est pas encore arrêté. L'interprétation se fait sur la plus défavorable.

Postes de livraison et de transformation	citerne	Grutage citerne	Emplacement des pieux	Piste lourde	Piste légère	Grutage piste	Surface TOTAL
60 m ²	104 m ²	32 m ²	30 à 50 m ² *	2450 m ²	5822 m ²	366 m ²	
60 m ²	104 m ²	32 m ²	50 m ²		8272 m ²	366 m ²	8824 m ²

*suivant méthode d'ancrage à déterminer après étude de sol

Au maximum ce seront de 8824 m² qui ne pourront plus être exploités.

Deux possibilités de traitement sont envisagées pour la piste légère. Elle peut être traitée en voie de circulation (donc pas exploitable car rien ne pousserait dessus) ou bien juste en tant que bande de circulation. Dans ce deuxième cas, la nature du sol ne changerait pas et elle resterait donc potentiellement exploitable. Pour le calcul la première hypothèse est retenue.

Conception du projet AGRI-PV vis-à-vis du décret n° 2024-318 du 8 avril 2024 relatif au développement de l'agrivoltaïsme :

Surface clôturée	Surface Agricole de l'emprise des panneaux projetés	Surface de panneaux projetés	Puissance crête installée	Taux de couverture	Surface plus exploitable	Espacement inter rangée	Distance de pieux à pieux	Dimensions des panneaux	Hauteur au point le plus bas
18.20 ha	14.06 ha	5.3 ha	11.077 MWc	37.7%	8824m ²	7.40 m	12.07 m	4.76 m ²	2.20 m

- L'espacement inter rangée de 7.40 m et le choix de panneaux mono-pieu, permettent le passage des tracteurs et des équipements pour les travaux de récolte du fourrage. Des espaces de retournement d'au moins 10 m sont prévus en bouts de rangées de panneaux.
- La hauteur des panneaux de 2.20 m au plus bas ainsi que l'enfouissement des câbles permettent la continuité du pâturage par des bovins adultes.
- Le taux de couverture est inférieur au taux de 40% de la surface de la parcelle agricole définie à l'article R 314-108 du code de l'énergie comme le préconise le décret.

Article R314-108 - Version en vigueur depuis le 10 avril 2024

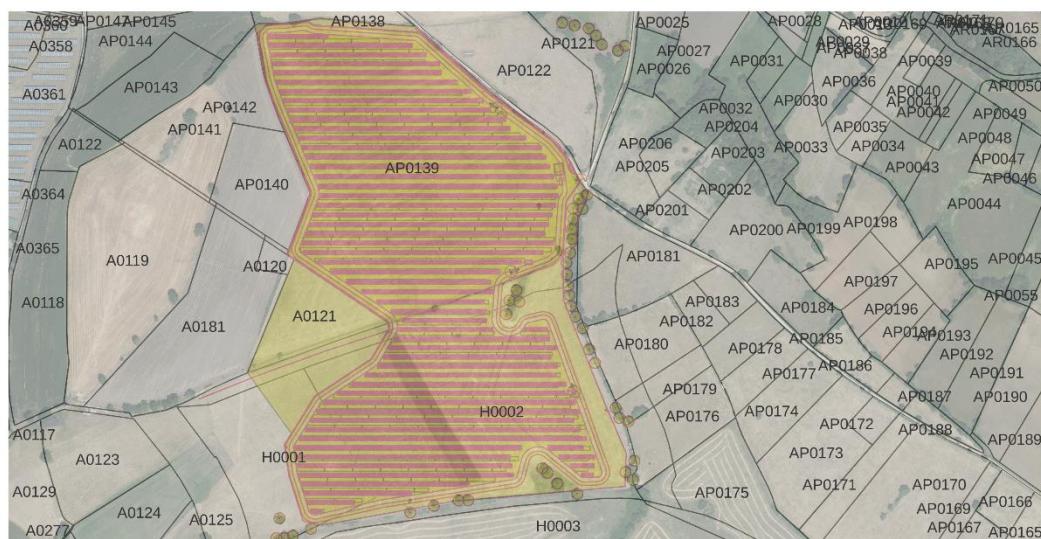
Création Décret n°2024-318 du 8 avril 2024 - art. 1

La parcelle agricole à considérer pour l'application de l'article [L. 314-36](#) correspond à un périmètre présentant les mêmes caractéristiques agricoles, supportant un projet d'installation agrivoltaïque et déterminé par les limites physiques d'une implantation continue de panneaux photovoltaïques. Il peut être d'une superficie différente de celle de la parcelle considérée par le cadastre ou de la parcelle délimitée dans les conditions fixées à l'[article D. 614-32 du code rural et de la pêche maritime](#) sur laquelle est réalisé le projet.

- La superficie qui n'est plus exploitable correspond à l'emprise au sol des différentes infrastructures nécessaires au fonctionnement de la centrale photovoltaïque (postes de liaison, de transformation, chemin, pieux). L'emprise reste limitée avec 4.85 % de la surface clôturée. Ce rapport est inférieur au 10 % de l'installation agrivoltaïque autorisé par le décret.

La solution technique proposée par CVE s'adapte parfaitement à la continuité de l'activité agricole en place, soit de la fauche et la pâture pour des bovins. La hauteur de l'installation agrivoltaïque ainsi que l'espacement inter-rangées permettent une exploitation normale et assurent la circulation et le passage des engins agricoles, ainsi que la sécurité et l'abri des animaux, comme le préconise le décret.

Implantation du projet Agrivoltaïsme



Ortho 2022 (03, 42, 43, 63) Surface clôturée
Plan_Implantation_Paulhaguet

0 100 200 m

Une clôture du parc adaptée à la conduite de la parcelle :

Une clôture sera installée en limite du parc photovoltaïque. Toutefois côté Est, il est choisi d'intégrer la zone humide définie par l'étude environnementale, afin de mettre en place une clôture dans un linéaire respectant le travail de récolte.

Des éléments sont rajoutés pour favoriser le pâturage :

- Points d'abreuvement : le rajout de 3 points d'abreuvement supplémentaires permettront aux bovins de s'abreuver plus facilement tout en limitant les déplacements.
- Nourrisseurs : L'installation de 2 nourrisseurs permettra à l'éleveur de pouvoir distribuer une complémentation en fourrage dans de bonne condition.
- Grattoirs : les bovins apprécieront de pouvoir se gratter. Afin d'éviter que les vaches ou les génisses tentent de se frotter contre les panneaux, 4 grattoirs seront disposés sur les espaces de pâturage.

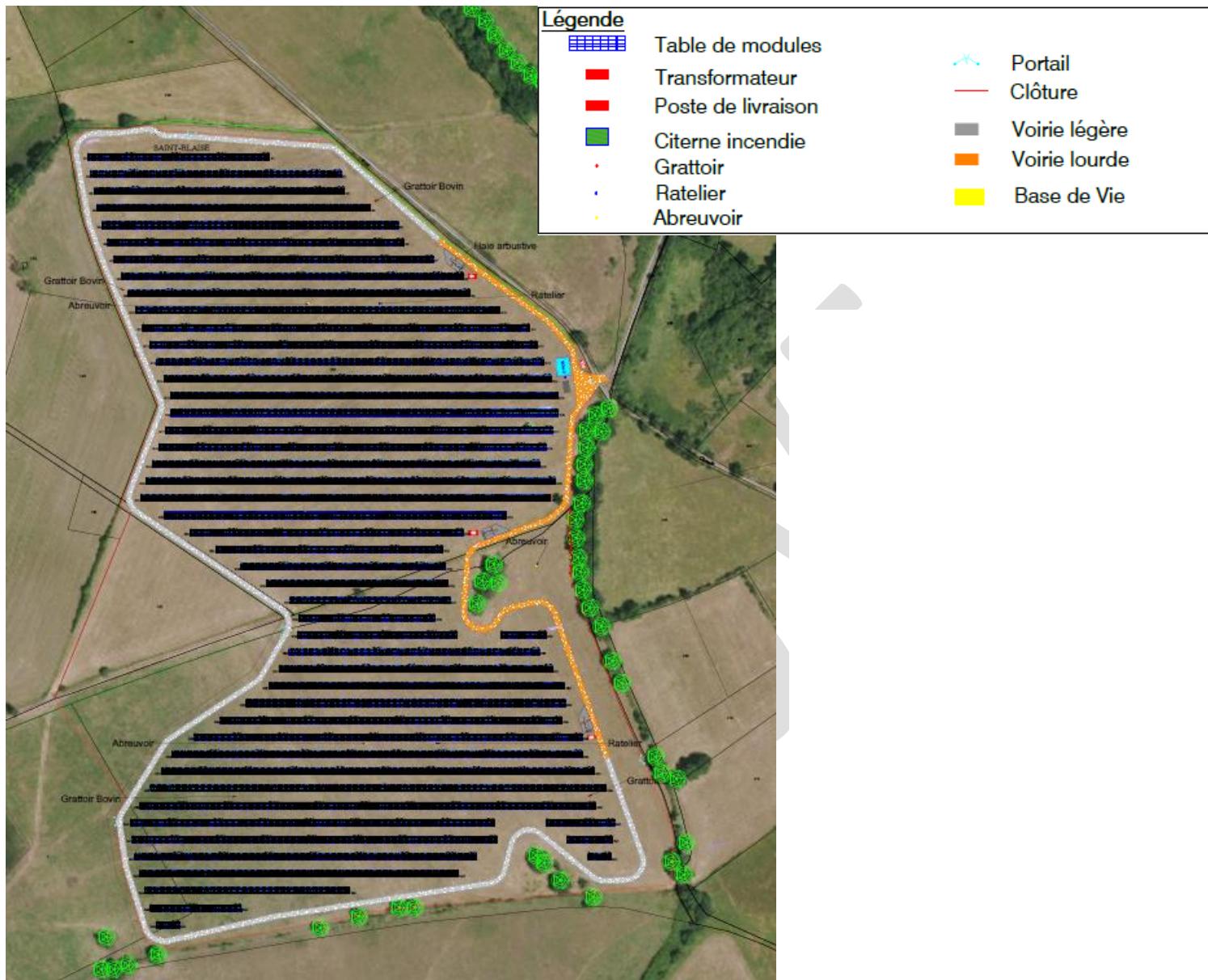
Des accès améliorés :

Les accès existants seront conservés, voir agrandi. De nouveaux accès aux parcelles limitrophes sont également prévus.

Intégration paysagère et biodiversité :

Les haies existantes seront conservées, un retrait de l'implantation est prévu pour permettre le bon fonctionnement des panneaux. Une nouvelle haie sera plantée le long du chemin. Ce chemin étant souvent emprunté pour la randonnée, la haie permettra une bonne intégration paysagère du site.

Plan indiquant les différents éléments :



Démonstrateur en amont du la mise en place du projet :

Un démonstrateur sera installé en amont sur la parcelle A 121, qui se trouve en contiguë du projet. L'objectif du démonstrateur est de tester les différentes solutions techniques, notamment les choix des pieux les plus adaptés au terrain.

Zone témoin identifiée :

Une zone témoin de 2.21 ha, soit 15.7 % de la surface agricole a été identifiée. Elle est située à proximité de l'installation agrivoltaïque. Cette parcelle est cultivée dans les mêmes conditions que les terrains du projet. Elle ne comporte ni module photovoltaïque, ni arbre apportant de l'ombre. La surface est largement supérieure à 5% de la surface agrivoltaïque ce qui permettra facilement de délimiter la zone témoin.



zone témoin
 Bâtiments HL
 Plan_Implantation_Paulhaguet_Lignes.shp

Ortho 2022 (03, 42, 43, 63)

0 100 200 m

Les caractéristiques de la zone témoin répondent aux préconisations du décret. Elle permettra de comparer la production de l'herbe à la surface agrivoltaïsme.

Est considérée comme agrivoltaïque une installation qui apporte directement à la parcelle agricole au moins l'un des services suivants, en garantissant à un agriculteur actif ou à une exploitation agricole à vocation pédagogique gérée par un établissement relevant du titre I^{er} du livre VIII du code rural et de la pêche maritime une production agricole significative et un revenu durable en étant issu :

- 1° L'amélioration du potentiel et de l'impact agronomique ;
- 2° L'adaptation au changement climatique ;
- 3° La protection contre les aléas ;
- 4° L'amélioration du bien-être animal.

Réponse du projet au point n°1 : L'amélioration du potentiel et de l'impact agronomique

Le terrain étant très séchant et sensible au stress thermique, la présence des panneaux ne va pas accentuer le phénomène. La pousse ne devrait pas être pénalisée. Afin de vérifier l'influence des panneaux sur l'évolution de la biomasse, un suivi agronomique sera mis en place.

Réponse du projet aux points n°2 et n°3 : L'adaptation au changement climatique et La protection contre les aléas

La chambre d'agriculture de Haute-Loire participe au programme AP3C, Adaptation des Pratiques Culturales au Changement Climatique, qui s'appuie sur l'analyse des données de 6 stations météorologiques afin d'étudier les projections climatiques à 2050 et leur conséquence sur l'agriculture. La station de Fontannes/Brioude est la plus proche du projet.

Parmi les impacts envisagés du réchauffement climatique sur les prairies, on peut noter les suivants :

- En moyenne, le démarrage de la végétation sera avancé d'une dizaine de jours à horizon 2050. Cela implique une mise à l'herbe plus précoce et des travaux agricoles avancés.
- Des périodes sèches de plus en plus précoce et longues au printemps tout en conservant la possibilité de gel tardif. Les risques associés sont la diminution du rendement ainsi que la diminution des séquences favorables pour la récolte en foin si les dates sont avancées.
- L'allongement de la période d'arrêt de la pousse estivale, ce qui entraîne aussi une baisse des rendements, ainsi qu'un risque d'échaudage pour les secteurs inférieurs à 900-1000m d'altitude. Il est aussi probable d'observer un tarissement de sources.
- Le maintien des précipitations automnales : la pousse de l'herbe sera potentiellement plus importante en automne. Conditions d'implantation des prairies plutôt favorables, sauf en cas de sécheresse en fin d'été / début d'automne.

Synthèse des données de projection climatiques pour la station météorologique de Fontannes/Brioude et des conséquences sur- les systèmes prairial (programme AP3C en Haute-Loire)

Année	Date de démarrage de la végétation (200°J, base 0°C, 01/01)	Date de mise à l'herbe (250°J, base 0°C, 01/02)	Proportion du nombre de jours avec stress hydrique > 50% entre 400°J et 800°J (en moyenne)	Nombre de jours avec Tx > 32°C du 01/06 au 30/09. (RU* (réserve utile) : 45mm)
2000	13/02	15/03	20.1%	15.4
2020	06/02	09/03	31.5%	17.4
2050	29/01	02/03	39.1%	20

*La réserve utile correspond à la capacité du sol à retenir l'eau

En synthèse les évolutions climatiques d'ici 2050 sur la station de Fontannes /Brioude prévoient un maintien du cumul annuel de pluviométrie, mais une hausse du cumul annuel d'évapotranspiration. Ainsi, le bilan hydrique potentiel se dégrade et le déficit hydrique est de plus en plus marqué.

Le guide de l'IDELE indique que « *des modifications des conditions microclimatiques générées par les panneaux photovoltaïques induisent des modifications sous le couvert végétal, à la fois en terme de qualité et de quantité.* » *Des résultats d'études sur le sujet sont contrastés.*

Dans son guide l'IDELE émet toutefois l'hypothèse que « l'effet bénéfique des panneaux sur le couvert végétal se ferait d'autant plus sentir dans les conditions de stress hydrique et thermique ».

Sur ce type de prairie au sol très peu profond et séchant, à faible réserve utile en eau et de ce fait très peu productive, on peut espérer une meilleure adaptation aux fortes chaleurs. Les panneaux apportent un ombrage qui permet une amélioration de la résilience du système fourrager, que ce soit pour faire face à des aléas climatiques extrêmes (gel, canicules) mais aussi à l'augmentation des températures enregistrées ces dernières années.

Réponse du projet au point n°4 : L'amélioration du bien-être animal

Le bien-être animal défini par l'ANSES en 2018 de la façon suivante :

« *Le bien-être d'un animal est l'état mental et physique positif lié à la satisfaction de ses besoins physiologiques et comportementaux, ainsi que de ses attentes. Cet état varie en fonction de la perception de la situation par l'animal.* »

Des atouts apportés par le projet favorisant le bien-être animal :

- Circulation facile des bovins sous les panneaux (point bas à 2,20 m)
- L'enfouissement des câbles permet de sécuriser la zone de pâturage
- Ombrage obtenu sous les panneaux ; réduction du stress thermique et meilleur confort
- Les points d'eau seront conservés et 2 nouveaux points d'abreuvement seront installés
- 2 nourrisseurs seront prévus pour disposer du fourrage dans plusieurs endroits du parc
- 4 grattoirs seront installés afin d'éviter que les bovins se frottent contre les panneaux pour assouvir leurs besoins de se gratter, cela participe aussi au bien-être du cheptel

Fourniture d'au moins un service à la parcelle :

- Le pâturage bien que limité sur ces parcelles sera plus confortable pour les animaux.
- Le projet est défini sur des sols très peu profonds et séchants, à faible réserve utile en eau et de ce fait très peu productifs. On peut espérer une meilleure adaptation aux stress thermiques.

III Ne peut pas être considérée comme agrivoltaïque une installation qui porte une atteinte substantielle à l'un des services mentionnés aux 1° à 4° du II ou une atteinte limitée à deux de ces services.

Le projet se situe sur une parcelle à très faible potentiel agronomique. Le maintien de l'activité agricole est assuré par des adaptations spécifiques à l'utilisation de la parcelle (fauche et pâturage pour bovins).

De ce fait le projet ne porte atteinte à aucun des points mentionnés dans la loi.

IV – Ne peut pas être considérée comme agrivoltaïque une installation qui présente au moins l'une des caractéristiques suivantes :

- 1° Elle ne permet pas à la production agricole d'être l'activité principale de la parcelle agricole
- 2° Elle n'est pas réversible

1° La production agricole reste-t-elle l'activité principale ?

L'activité agricole est entièrement maintenue.

La fauche sera toujours possible.

Le pâturage est facilité par des aménagements apportant du confort aux animaux.

La pratique culturale alternant fauche – pâturage sera toujours possible à minima dans les mêmes conditions.

Convention d'élevage : Une convention d'élevage lié au bail va garantir l'obligation de maintenir ces parcelles pour une utilisation agricole.

3Les exploitants du GAEC n'ont pas fait valoir leur droit à la retraite, le projet est bien en lien avec un agriculteur actif comme le prévoit le décret.

Maintien du chargement : La quantité de biomasse récoltée sur ces parcelles suite à la mise en place de l'installation agrivoltaïsme ne devrait pas être altérée au vue de la nature du terrain. Il a été démontré qu'il s'agit d'un sol à faible potentiel agronomique, très impacté par les aléas climatiques et notamment par les stress thermiques. De la même façon le chargement à la parcelle ne sera pas diminué. L'éleveur y fera pâturez autant d'animaux qu'au paravent et à minima sur les mêmes durées.

Revenu agricole durable : Le potentiel du terrain concerné par le projet ne devrait pas être réduit. Le revenu de l'exploitation est essentiellement lié à la production laitière. La ration du troupeau est principalement à base d'ensilage d'herbe et ensilage de maïs récoltés sur des surfaces bien plus productives. Des cultures de céréales viennent également conforter l'autonomie alimentaire du troupeau. On peut ainsi considérer que le revenu issu de la production agricole ne sera pas inférieur à la moyenne du revenu issu de la production agricole avant l'implantation agrivoltaïsme comme le stipule le décret.

Le projet assure la continuité de l'exploitation agricole en concevant l'installation agrovoltaique de manière à minimiser les impacts. L'activité agricole reste l'activité principale de la parcelle.

2° L'installation est-elle réversible ?

Le démantèlement de la centrale est une obligation encadrée contractuellement par la procédure d'obtention du tarif d'achat de l'électricité (appel d'offre national de la Commission de Régulation de l'Energie) et la promesse de bail qui sera ensuite transformée en bail emphytéotique signée avec le propriétaire. La durée de vie du parc solaire est estimée à 35 ans.

Le dernier cahier des charges de la CRE ainsi que la loi APER prévoient la mise en place de garanties financières pour garantir le démantèlement des parcs photovoltaïque.

L'entreprise CVE a prévu dans le budget du projet une enveloppe pour le démantèlement. Par ailleurs, la solution retenue avec des pieux battus ou des pieux visés dénaturera le moins possible le terrain.

L'installation est de ce fait réversible.

EPREUVE

7 Effets positif du projet

7.1 Projet mise en œuvre pour s'adapter à l'utilisation actuelle de la parcelle

L'évolution du projet est le résultat d'un travail en concertation avec l'exploitant.

Résultats et plus-value du projet:

- Maintien de la fauche avec une implantation des panneaux adaptée aux pratiques
- Plus de confort pour le pâturage avec l'ajout de points d'abreuvement, de nourrisseurs et de grattoirs pour les bovins et plus d'ombrage.
- Des accès à la parcelle facilités par l'aménagement ou création de passages permettant la circulation des engins agricoles sur les parcelles voisines, notamment la liaison entre le site d'implantation de la parcelle témoin
- Une clôture du parc ajustée en fonction des conditions de travail de l'exploitant et pas seulement en limite de l'implantation des panneaux. La clôture ainsi défini évite de créer un espace plus difficile d'accès et facilite de ce fait la circulation des engins agricoles.

8 Conclusion

On constate d'une par l'état initial du terrain peu productif, séchant, à faible potentiel agronomique et soumis de plus en plus régulièrement à des stress thermiques et d'autre par un projet d'installation agrivoltaïque qui respecte l'activité agricole déjà en place. C'est à dire qui permet de réaliser de la fauche et de continuer le pâturage pour des bovins tout en apportant des aménagements (points d'eau, nourrisseurs, grattoirs, accès aux parcelles voisines) sur une parcelle intéressante pour l'exploitant de par sa proximité des bâtiments d'élevage.

L'alternance fauche pâture pourra toujours être maintenu et pratiqué par l'éleveur en fonction de la gestion annuelle de son parcellaire.

Le chargement à la parcelle ne sera pas réduit. Vu le type de terrain et l'espacement des panneaux, le maintien de production actuelle, bien que faible devrait être à minima maintenu.

Le revenu agricole ne sera pas impacté car la production laitière est essentiellement permise par les cultures de maïs et prairies temporaires de l'exploitation.

L'étude préalable agricole conclut de ce fait que le projet ne porte pas atteinte à l'économie agricole. De ce fait aucune compensation n'est à prévoir. Le projet s'inscrit dans le cadre d'un projet d'agrivoltaïsme décrit par la loi n°2023-175 du 10 mars 2023 relative à l'accélération de la production d'énergie et le décret n°2024-318 du 8 avril 2024 relatif au développement de l'agrivoltaïsme.

9 Annexe

SIGLES :

AB	Agriculture Biologique
ANSES	Agence Nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
AOP	Appellation d'Origine Protégée
CUMA	Coopérative d'Utilisation de Matériel Agricole
GAEC	Groupement Agricole d'Exploitation en Commun
IAA	Industrie Agro-Alimentaire
INSEE	Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques
PP	Prairie Permanente
PRA	Petites Régions Agricoles
PT	Prairie Temporaire
RFU	Réserve facilement utilisable
RGA	Recensement Général Agricole
RPG	Recensement Parcellaire Graphique
RU	Réserve utile (en eau)
SAU	Surface Agricole Utile
STH	Superficie Toujours en Herbe

ANNEXE 3 : Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage (IDELE, 2019).

L'agrivoltaïsme

appliqué à l'élevage des ruminants

Guide à destination des éleveurs
et des gestionnaires de centrales photovoltaïques au sol



Cette publication a été élaborée dans le cadre des partenariats distincts avec :



Rédaction : Milène CRESTEY, Vigan DERVISHI, Julien FRADIN et Jérôme PAVIE (Institut de l'Élevage)

Relecture : Fabienne LAUNAY (Institut de l'Élevage), Emmanuelle CLAVERIE et Léna GIVORD (Neoen), Sarah GALLIEN, Xavier GUILLOT, Marie BELINGARD et Etienne DEBONNET (TSE), Luce REBOUL et Apolline TURNEL (Voltalia), Andrey DESORMEAUX et André DELPECH (FNO)

Crédit photo de couverture : Karoline Thalhofer/AdobeStock • **Réalisation :** Beta Pictoris

Mise en page : Magali ALLIÉ (Institut de l'Élevage) • N° réf. Idele : 0021303018 - N° ISBN : 978-2-7148-0179-1
• Septembre 2021



André DELPECH,

Administrateur de la Fédération Nationale Ovine (FNO)
en charge du dossier agrivoltaïsme

A

u titre de la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE), le gouvernement français a fixé un objectif ambitieux de développement de l'énergie solaire photovoltaïque, qui ne pourra être atteint que s'il s'accompagne, aux côtés du développement solaire sur les toitures et les terres dégradées, d'un accès raisonné aux terres agricoles.

L'idée de l'agrivoltaïsme prend alors tout son sens. Le monde agricole peut, une fois de plus, prendre sa part au développement des énergies renouvelables. Permettant une production d'électricité à bas coût, l'installation de

centrales photovoltaïques au sol constitue un moyen de conforter l'activité agricole en recherche de diversification dans la mesure où ces centrales sont conçues pour assurer la meilleure cohabitation possible avec la production agricole, dont le pâturage des ovins.

En adaptant la hauteur des panneaux, pour laisser passer les brebis, et l'espacement entre eux pour permettre le passage d'engins agricoles, l'impact de l'installation d'une centrale photovoltaïque au sol sur l'activité de pâturage des ovins est minime, voire bénéfique pour la pousse de l'herbe dans les zones séchantes. Pour les éleveurs ovins, cela représente une opportunité de diversification et donc de consolidation du revenu tout en conservant leur capacité de production pour la filière. Il s'agit d'une opportunité pour l'installation, la confortation d'élevages en situation délicate ou des perspectives pour des exploitations qui n'ont pas le dimensionnement nécessaire pour une transmission dans de bonnes conditions.

Dès 2017, la FNO a décidé de se saisir de la question de l'agrivoltaïsme en signant un partenariat d'expérimentation avec le développeur Neoen. Aujourd'hui, ce travail a abouti à la rédaction d'une charte défendant notre vision pour le développement de projets agri-solaires vertueux. Cette charte est mise à la disposition des organisations professionnelles agricoles pour abonder leur réflexion et permettre le développement de projets basés sur des conditions de mises en œuvre et de suivi qui assurent un cadre gagnant-gagnant.

Ce guide proposé par l'Institut de l'Élevage constitue le socle technique de cette réflexion et permet d'apporter bon nombre de réponses ou tout du moins d'éclairages pour une construction avisée des projets : de la conception de la centrale, à l'évolution du système de production agricole en passant par le volet partenarial qui constitue la base de la durabilité du projet. Il est également un recueil de questions en suspens qui nous montre tout l'intérêt d'expérimenter des projets pour disposer enfin de références documentées et partageables. Nous remercions l'Institut de l'Élevage et les développeurs partenaires de ce guide, pour ce travail de synthèse et de transparence qui servira, nous en sommes sûrs, à bon nombre d'éleveurs, de structures techniques d'accompagnement, de gestionnaires de centrales photovoltaïques au sol et de décideurs.

PARTIE 1

09

Contexte d'émergence et
enjeux des projets couplant
photovoltaïsme et élevage de
ruminants

10

UNE POLITIQUE NATIONALE
EN FAVEUR DES ÉNERGIES
RENOUVELABLES

11

ÉMERGENCE DE L'AGRIVOLTAÏSME

13

ENCADREMENT DE LA PRATIQUE DE
L'AGRIVOLTAÏSME EN FRANCE

13

Cadre réglementaire de l'utilisation
de terres agricoles pour des projets
d'aménagement

13

Des groupes de travail, guides et
chartes pour encadrer la pratique de
l'agrivoltaïsme

14

ZOOM SUR LE COUPLAGE ÉLEVAGE ET
PHOTOVOLTAÏSME

14

Co-activité élevage de ruminants-
photovoltaïsme : de quoi parle-t-on ?

14

Elevage et photovoltaïsme, un coupleg
gagnant-gagnant ?

15

Facteurs conditionnant la réussite
des projets couplant élevage et
photovoltaïsme

15

Références scientifiques disponibles
concernant l'impact de l'activité
photovoltaïque sur l'activité d'élevage de
ruminants

21

Recul sur la bibliographie : des
expérimentations à multiplier et des
questions encore à explorer

PARTIE 2

23

Adapter les équipements
photovoltaïques et réfléchir
leur implantation pour une
co-activité avec l'élevage

24

CHOISIR UNE STRUCTURE
PHOTOVOLTAÏQUE ADAPTÉE
À LA CO-ACTIVITÉ AVEC L'ÉLEVAGE

24

Les différentes technologies disponibles

26

Critères de choix des équipements par
les gestionnaires

27

DÉFINIR DES CONDITIONS
D'IMPLANTATION DES ÉQUIPEMENTS
FAVORABLES A LA CO-ACTIVITÉ

27

Prévoir une hauteur minimale des équipements permettant la circulation fluide et sécuriser les animaux

28

Prévoir une hauteur minimale des équipements permettant le passage d'engins agricoles

29

Adapter la répartition des équipements photovoltaïques dans l'espace

30

Choisir un système de fixation au sol
des structures le moins impactant pour
la couvert végétal

30

PROTÉGER LES ANIMAUX DES
ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES

32

POSER DES CLÔTURES EXTÉRIEURES
FIABLES ET ROBUSTES

PARTIE 3**35**

Outiler le parc photovoltaïque
d'équipements additionnels
spécifiques à l'activité
d'élevage

36 LES PANNEAUX FOURNISSENT DES ABRIS AUX ANIMAUX**36** PRÉVOIR DES POSSIBILITÉS D'AFFOURRAGEMENT DANS LE PARC**37** PRÉVOIR DES POINTS D'ALIMENTATION EN EAU POUR L'ABREUVEMENT**38** PRÉVOIR UN SYSTÈME DE CONTENTION**PARTIE 4****41**

Faciliter l'ergonomie du travail
d'élevage

42 FACILITER L'ACCÈS DES ÉLEVEURS
À LA CENTRALE PHOTOVOLTAÏQUE**42** FACILITER LE DÉCHARGEMENT DES ANIMAUX**43** SURVEILLER LE TROUPEAU
À DISTANCE**43** ALERTER EN CAS D'INTRUSION DANS
LE PARC OU DE SORTIE D'ANIMAUX**PARTIE 5****45**

Veiller à la qualité
du couvert végétal
des parcs photovoltaïques

46 RÉALISER UN DIAGNOSTIC
AGRONOMIQUE INITIAL**46** Évaluer la ressource végétale
initialement disponible sur la surface**47** Évaluer le potentiel agronomique du sol**49** METTRE EN PLACE UNE STRATÉGIE
DE GESTION DU COUVERT EN FONCTION
DU DIAGNOSTIC AGRONOMIQUE
INITIAL**49** Scénario 1 : maintien du couvert initial
et sursemis**50** Scénario 2 : réensemencement total de
la surface**53** SUIVI DE L'ÉTAT DE LA VÉGÉTATION**PARTIE 6****55**

Choisir un système de pâturage
adapté aux objectifs
et aux contraintes de l'éleveur
et du gestionnaire

56 CHOIX DES ANIMAUX PÂTURANT EN
CENTRALE PHOTOVOLTAÏQUE**56** LES DIFFÉRENTES TECHNIQUES DE
PÂTURAGE**57** Le pâturage tournant dynamique**58** Le pâturage tournant classique**58** Le pâturage continu**59** L'ORGANISATION SPATIALE ET TEMPORELLE
D'UN PÂTURAGE TOURNANT
EN CENTRALE PHOTOVOLTAÏQUE**59** Aménagement de la centrale
photovoltaïque en cellules de pâturage**60** Repères théoriques pour l'organisation
du planning de pâturage tournant en
centrale photovoltaïque

PARTIE 7**65**

**Établir les bases
d'un partenariat durable
entre éleveur et gestionnaire**

66

**PARTAGER LES OBJECTIFS ET
CONTRAINTEES DE CHACUN**

66

**ANALYSER LES GAINS ET LES PERTES
DE TEMPS POUR CHACUN DES PAR-
TENAIRES**

- 66** Impacts liés à l'aménagement du parc pour la co-activité
- 66** Impacts liés à la pratique même de l'agrivoltaïsme

67

**S'ENTENDRE SUR UNE
REPARTITION ÉQUILIBRÉE DES
INVESTISSEMENTS, DES TÂCHES ET
DES RESPONSABILITÉS**

- 67** Les tâches attribuées à chaque partie prenante
- 68** Les responsabilités de chaque partie prenante

68

**PARTAGER UN CALENDRIER
PRÉVISIONNEL DE PÂTURAGE ET
D'INTERVENTIONS**

- 68** Le calendrier de pâturage
- 69** Le planning des interventions

69

**SENSIBILISER LES INTERVENANTS
TECHNIQUES AUX ENJEUX DE LA
PRÉSENCE D'ANIMAUX DANS LA
CENTRALE**

70

**COMMUNIQUER, RESTER A L'ÉCOUTE,
S'ADAPTER**

70

**FORMALISER LE PARTENARIAT PAR LA
CONTRACTUALISATION**

72

Glossaire

73

Bibliographie



500 ha

C'est la surface de terres d'origine agricole qui serait aujourd'hui couverte par des parcs photovoltaïques au sol en France, sans qu'il soit possible d'aller plus loin dans la qualification des terres concernées, faute d'observatoire dédié.

Données obtenues par extrapolation des surfaces qualifiées de terres agricoles et occupées par les parcs photovoltaïques au sol dans le cadre de l'appel à projet CRE3 à l'ensemble des appels d'offres.

(Source : Décrypter l'énergie, 2021)

Ovins au pâturage dans la centrale du Canadel (83) (©Voltaia)

Contexte d'émergence et enjeux des projets couplant photovoltaïsme et élevage de ruminants

Dynamisées par un cadre stratégique national favorable, les énergies renouvelables sont en plein essor en France, notamment la production photovoltaïque au sol. L'accès à des terrains dégradés étant de plus en plus compliqué, les gestionnaires se tournent désormais vers les terrains agricoles, vus comme des opportunités de développement pour étendre le parc photovoltaïque au sol. L'usage des terres agricoles pour des projets d'aménagement étant très réglementé, les développeurs de centrales photovoltaïques se sont mis à monter des projets d'agrivoltaïsme couplant les activités de production d'électricité et les activités agricoles. La co-activité nécessite une prise en compte des enjeux des différents acteurs et une réflexion sur les aménagements à prévoir dès la conception du projet.

UNE POLITIQUE NATIONALE EN FAVEUR DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

La stratégie française pour l'énergie et le climat a été présentée par le Président de la République en novembre 2018. Le gouvernement s'est alors fixé l'objectif ambitieux d'atteindre la neutralité carbone en 2050, s'appuyant pour ce faire sur deux stratégies : la Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC), feuille de route de la France pour réduire ses émissions de gaz à effet de serre, et la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE), qui fixe les priorités d'actions dans le domaine de l'énergie pour la décennie 2020-2030.

La PPE est l'outil de pilotage de la politique énergétique française dans laquelle l'ensemble des piliers de la politique énergétique sont traités, avec, entre autres, d'une part la baisse de la consommation d'énergie notamment d'origine fossile (pétrole, gaz, charbon), et d'autre part la diversification du mix énergétique en mobilisant les énergies renouvelables et en réduisant la part du nucléaire. Alors que la précédente programmation pluriannuelle de l'énergie publiée en 2016 avait fixé un objectif pour 2018 de 10,2 GW, la PPE présentée en 2018 va plus loin, puisque l'objectif ambitieux est de doubler les capacités photovoltaïques d'ici 2023 (pour

atteindre 18,2 à 20,2 GW) et de les multiplier par 3 ou 4 d'ici 2028 pour atteindre 35 à 45 GW (Figure 1).

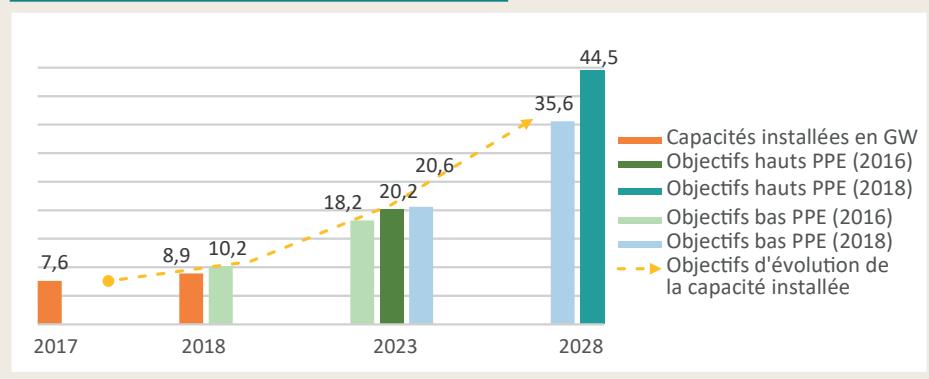
La PPE oriente donc vers une accélération du développement de la filière photovoltaïque comparé au rythme de développement des années précédentes et met l'accent sur les solutions compétitives comme les installations photovoltaïques au sol, tout en localisant les projets en priorité sur des espaces artificialisés ou dégradés de manière à préserver les espaces naturels et agricoles.

À SAVOIR !

Pour atteindre les objectifs de la PPE, la puissance solaire projetée d'ici 2023 doit être comprise entre 18,2 GW et 20,2 GW.

En partant de l'hypothèse qu'il faut 1 à 2 ha de panneaux photovoltaïques pour produire 1 MWc (le potentiel de production variant fortement selon les technologies et les équipements), il s'agirait alors de mobiliser entre 20 000 et 40 000 ha de terres agricoles pour la production d'énergie solaire, ce qui reviendrait donc à consacrer environ 0,1 % des terres agricoles françaises à la production photovoltaïque si les parcs photovoltaïques venaient à remplir à eux seuls les objectifs de la PPE. La surface que pourrait prendre les parcs photovoltaïques au sol reste donc relativement limitée comparativement à d'autres usages du sol. L'impact de ces installations serait de plus assez limité du fait de la réversibilité de l'installation après démantèlement.

FIGURE 1 : CAPACITÉS PHOTOVOLTAÏQUES INSTALLÉES ET OBJECTIFS (EN GW) FIXÉS PAR LA PROGRAMMATION PLURIANNUELLE DE L'ÉNERGIE (PPE) - (SOURCE : ADEME, 2019)



ÉMERGENCE DE L'AGRIVOLTAÏSME

Les orientations nationales poussent les développeurs d'installations photovoltaïques à cibler principalement et en priorité des zones non agricoles sans conflits d'usage, et en particulier les anciens sites industriels (centres d'enfouissements techniques, friches industrielles, carrières, décharges...).

Le développement du photovoltaïsme sur les toitures est également une priorité, mais la couverture des toitures ne suffira pas à elle seule à atteindre les objectifs de la PPE, toutes les toitures ne pouvant pas supporter la charge des équipements photovoltaïques ou ne disposant pas d'une orientation favorable. Avec le développement rapide des centrales photovoltaïques au sol, la disponibilité des terrains dégradés a très vite diminué, augmentant par la même leur valeur foncière. Les potentiels terrains encore disponibles ont aujourd'hui un coût élevé du fait de leur éloignement du réseau et/ou de leur caractère accidenté. Les développeurs se tournent de fait vers les terrains agricoles, vus comme des opportunités majeures pour développer la surface de production photovoltaïque.



Photo 1: Ombrières photovoltaïques installées au dessus de cultures maraîchères (© Voltalia)



Photo 3: Tables photovoltaïques implantées au dessus de grandes cultures (© Jeson/AdobeStock)

Dans ce contexte, et inspirés par les démarches d'agroforesterie, les gestionnaires ont ainsi commencé à monter des projets d'agrivoltaïsme couplant activité de production photovoltaïque et activité agricole. Après plusieurs expériences décevantes sur la combinaison photovoltaïsme-serres agricoles (maraîchage, horticulture, arboriculture, pépinières) dans lesquelles les rendements et la qualité des productions agricoles s'étaient dégradés, le concept d'agrivoltaïsme a émergé, notamment via l'appel d'offre Innovation de la Commission de Régulation de l'Energie, comme étant le couplage d'une activité agricole et d'une activité photovoltaïque, dans une synergie de fonctionnement.

A l'heure actuelle, en France et à l'étranger, différentes productions agricoles ont fait l'objet d'expérimentations dans le cadre de projets d'installations de parcs photovoltaïques : cultures maraîchères, viticulture, arboriculture, grandes cultures, et dans une moindre mesure, l'élevage (photos 1 à 4).

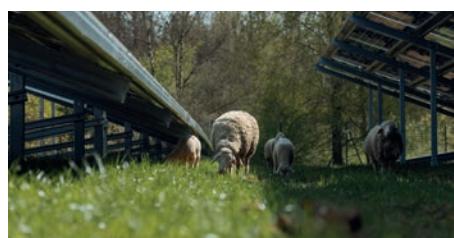


Photo 2: Brebis au pâturage dans une centrale photovoltaïque à tables fixes (© TSE)



Photo 4: Ombrières photovoltaïques mobiles installées au-dessus de cultures maraîchères (© Jeson/AdobeStock)



ENCADREMENT DE LA PRATIQUE DE L'AGRIVOLTAÏSME EN FRANCE

Cadre réglementaire de l'utilisation de terres agricoles pour des projets d'aménagement

L'utilisation des terres agricoles pour les projets d'agrivoltaïsme est notamment encadrée en France par la loi d'avenir pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt du 13 octobre 2014. Selon cette loi, les projets d'aménagements publics et privés susceptibles d'avoir des conséquences importantes sur le secteur agricole doivent faire l'objet d'une étude préalable comprenant les mesures envisagées pour éviter et réduire leurs effets négatifs notables, ainsi que des mesures de compensation visant à consolider l'économie agricole du territoire.

Par ailleurs, le code de l'urbanisme indique clairement que « *les centrales au sol ne peuvent être autorisées que 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* ». La jurisprudence établie par le Conseil d'État en février 2017 (*Conseil d'État, 2017*) indique d'ailleurs que l'activité agricole, pastorale ou forestière doit être « *significative sur le terrain d'implantation du projet, au regard des activités qui sont effectivement exercées dans la zone concernée ou, le cas échéant, auraient vocation à s'y développer, en tenant compte notamment de la superficie de la parcelle, de l'emprise du projet, de la nature des sols et des usages locaux* ».



Photo 5: Brebis pâturent dans une centrale photovoltaïque de l'Allier
(© E. Mortelmans)

Des groupes de travail, guides et chartes pour encadrer la pratique de l'agrivoltaïsme

Le sujet de l'agrivoltaïsme rassemble de nombreux acteurs sous la forme de groupes de travail qui s'organisent pour proposer une définition partagée des pratiques agrivoltaïques et formuler des recommandations sur leurs usages, au-delà du cadre réglementaire de l'utilisation des terres agricoles pour des projets d'aménagement. D'un côté, l'Ademe porte une initiative en vue de produire un guide pour « accompagner et faciliter la réalisation de projets d'agrivoltaïsme tout en identifiant les moyens de soutenir cette filière ». D'un autre côté, la Plateforme Verte (association professionnelle dédiée à la transition énergétique créée en 2018) propose un guide portant une vision opérationnelle et interdisciplinaire de la question (voir page 77). En parallèle, différents organismes agricoles se positionnent sur ce sujet via des chartes, avec d'un côté une charte rassemblant Chambres d'agriculture France, la FNSEA (organismes représentant les agriculteurs) et EDF Renouvelables, développeur et producteur d'énergie solaire et éolienne. D'un autre côté, la FNO (Fédération Nationale Ovine) a établi sa propre charte dans le cadre de son partenariat avec le développeur et producteur d'énergie solaire Neoen. Ces chartes ont pour point commun de faire de la préservation des activités et du foncier agricoles une priorité. L'activité de production agricole doit prévaloir partout où elle peut être maintenue. Dans les deux chartes, les signataires exposent clairement l'idée que l'agrivoltaïsme est avant tout un outil agricole consolidant le revenu des exploitations et offrant des possibilités d'adaptation aux changements climatiques, et non pas un outil de production d'électricité en première destination. Pour ces acteurs, l'agrivoltaïsme ne peut être vertueux que si l'agriculteur et la production agricole sont au cœur du dispositif.

ZOOM SUR LE COUPLAGE ÉLEVAGE ET PHOTOVOLTAÏSME

Co-activité élevage de ruminants-photovoltaïsme : de quoi parle-t-on ?

De façon générale, la pratique de l'entretien de parcs photovoltaïques par des ruminants au pâturage commence à être bien répandue en France, sous l'impulsion de nombreuses sociétés d'écopâturage proposant leurs services en mettant à disposition des troupes de ruminants (principalement des ovins, souvent des races rustiques à petits effectifs). Dans la plupart des cas, il s'agit de centrales photovoltaïques déjà construites, généralement sur des zones non agricoles, sur lesquelles s'est organisé *a posteriori* un entretien du couvert végétal par le pâturage. Ces projets de couplage élevage-photovoltaïsme, que l'on peut qualifier d'écopâturage sans visée réellement productive, se distinguent des projets d'agrivoltaïsme à proprement parlé, pour lesquels il y a une réelle volonté de synergie entre les activités d'élevage (production de viande ou de lait) et de production d'électricité. Les centrales agrivoltaïques prennent en considération la dimension agricole dès leur phase de développement et visent à favoriser les performances de production agricole, en synergie avec la production d'électricité.

Il y a aujourd'hui en France encore peu de projets d'agrivoltaïsme tel que défini précédemment, engageant des éleveurs professionnels en partenariat avec des gestionnaires de centrales photovoltaïques. La plupart des dispositifs d'agrivoltaïsme, couplant élevage et photovoltaïsme, présents aujourd'hui en France, concerne des éleveurs ovins allaitants.

Elevage et photovoltaïsme, un couplage gagnant-gagnant ?

Sur le principe, les projets couplant photovoltaïsme et élevage de ruminants peuvent présenter des synergies et des bénéfices intéressants pour les différents acteurs impliqués.

- Pour les développeurs, la co-activité avec l'élevage permet tout d'abord d'accéder à des surfaces agricoles tout en préservant leur nature première de production agricole. De plus, la gestion de la végétation, habituellement réalisée mécaniquement, est dans ces projets assurée par des animaux, ce qui réduit le coût et les impacts écologiques de l'entretien ainsi que le risque de dommages sur les équipements (jet de pierres...). La présence régulière de l'éleveur permet également une veille sur le parc, ce dernier pouvant signaler à l'exploitant de la centrale tout dysfonctionnement. Enfin, l'agrivoltaïsme véhicule une image plutôt positive auprès du grand public et des collectivités territoriales, ce qui peut faciliter l'acceptation et l'appropriation des projets d'aménagement au niveau local.

- Pour les éleveurs, les centrales photovoltaïques peuvent représenter des nouvelles opportunités de pâturage dans un contexte où des tensions sur les ressources fourragères se font de plus en plus présentes, contribuant ainsi à la résilience des élevages vis-à-vis du changement climatique. L'utilisation de surfaces clôturées peut en outre permettre à des éleveurs pratiquant la garde de réduire leur charge de travail voire le coût de main d'œuvre lié à la garde du troupeau. L'entretien des clôtures étant de la responsabilité du gestionnaire de la centrale, l'éleveur se voit déchargé de cette activité coûteuse et chronophage. Les clôtures sécurisées offrent de plus une tranquillité d'esprit à l'éleveur dans un contexte de prédatation de plus en plus prégnant.

Enfin, la rémunération de la pratique de pâturage en parc photovoltaïque permet la diversification et la sécurisation des revenus dans le contexte d'une filière en difficulté. La consolidation des revenus peut sécuriser des projets d'installation, renforcer des élevages en activité dans leur développement ou encore faciliter la transmission (dans le cadre d'une transmission, l'accès au foncier pour le

nouvel installé peut être facilité par le fait que le propriétaire n'aura pas d'intérêt à vendre son foncier et cherchera donc plutôt à le louer).

- **Pour le troupeau**, les infrastructures photovoltaïques peuvent représenter un abri en cas de fortes chaleurs, de vent froid ou d'intempéries (photo 6). Les clôtures des centrales, hautes et parfois semi-enterrées, offrent également une protection intéressante du troupeau contre les prédateurs.



Photo 6: Les centrales photovoltaïques génèrent de l'ombre pour les animaux (© Voltalia)

Facteurs conditionnant la réussite des projets couplant élevage et photovoltaïsme

Trois facteurs incontournables conditionnent le succès et la durabilité des projets couplant élevage et photovoltaïsme :

- le respect du bien-être animal ;
- le maintien de la performance de la production agricole (en lien avec la productivité de l'élevage, le temps et l'ergonomie du travail de l'éleveur) ;
- le maintien de la performance de la production d'électricité (gestion contrôlée de la végétation).

Il est important que ces trois conditions soient réunies pour qu'un projet d'agrivoltaïsme impliquant l'élevage de ruminants soit viable et pérenne et que tous les acteurs impliqués s'y retrouvent. De plus, il est essentiel que ces conditions soient intégrées dès la conception du projet.

Références scientifiques disponibles concernant l'impact de l'activité photovoltaïque sur l'activité d'élevage de ruminants

La pratique de l'agrivoltaïsme prenant de l'ampleur et devenant un sujet d'importance, de plus en plus de travaux expérimentaux se montent afin d'évaluer les impacts de l'activité photovoltaïque sur les activités agricoles. Toutefois, ces travaux touchent majoritairement les secteurs des productions végétales (maraîchage, arboriculture, viticulture). Les effets de la pratique du pâturage sous panneaux photovoltaïques sont assez peu étudiés. Les principales références bibliographiques analysant les impacts sur le bien-être animal et la performance de l'activité d'élevage sont présentées ci-après.

Impacts du pâturage sous panneaux photovoltaïques sur le bien-être des animaux d'élevage

Peu d'études documentent les impacts, positifs comme négatifs, de la présence de panneaux photovoltaïques sur des ruminants au pâturage, alors que le bien-être animal, tel que défini par l'ANSES en 2018 et par le Farm Animal Welfare Council (voir encadré "Définitions" page 16), est pourtant un prérequis fondamental à l'existence de ces activités.

D'une part, certaines études montrent que les installations photovoltaïques permettent une amélioration du confort des animaux, notamment dans des conditions météorologiques extrêmes (vent fort, fortes chaleurs). L'ombrage des panneaux photovoltaïques est particulièrement apprécié des animaux pendant les journées avec une intensité élevée de radiations solaires. Payen (2017), Maia et al. (2020) ont par exemple montré que grâce à l'ombrage fourni par les tables du parc photovoltaïque, les brebis disposent d'un abri qu'elles recherchent activement avec l'augmentation des températures et des rayonnements solaires. L'expérimentation de Sharpe et al., (2021) a également montré, par

des suivis de température interne et de fréquence respiratoire, que l'ombrage des panneaux photovoltaïques semble réduire l'intensité de stress thermique des vaches laitières au pâturage en été.

À l'inverse, plusieurs travaux expérimentaux montrent que la configuration des infrastructures et leurs conditions d'implantation peuvent nuire au bien-être des animaux (coins contredits, équipements trop bas, risque électrique, etc.). *Dietmaier (2015)* relève notamment des changements de comportement des agneaux liés aux difficultés de circulation

DEFINITIONS

« **Le bien-être d'un animal est l'état mental et physique positif lié à la satisfaction de ses besoins physiologiques et comportementaux, ainsi que de ses attentes. Cet état varie en fonction de la perception de la situation par l'animal.** » (*Ansés, 2018*)

Les méthodes d'évaluation du bien-être des animaux d'élevage s'appuient sur les « **cinq libertés** », principes de base proposés par le Farm Animal Welfare Council :

- 1- L'absence de faim, de soif ou de malnutrition ;
- 2- L'absence de maladies, de lésions ou de douleur ;
- 3 - L'absence d'inconfort ;
- 4 - L'absence de peur et de détresse ;
- 5 - La possibilité d'exprimer les comportements normaux de l'espèce ;

Ces cinq libertés permettent de délimiter les principes de base permettant d'assurer le bien-être des animaux d'élevage :

- Offrir aux animaux un accès libre à l'eau et à de la nourriture saine pour le maintien d'un bon niveau de santé et de vigueur.
- Concernant les aspects sanitaires, appliquer des mesures de prévention ou un diagnostic rapide suivi du traitement approprié.
- Proposer un environnement approprié, incluant un abri et une aire de repos confortable.
- Laisser la liberté d'expression d'un comportement normal à l'espèce grâce à un espace suffisant, des installations adaptées et la compagnie d'autres congénères.
- Garantir des conditions de vie et un traitement des animaux évitant toute souffrance mentale.

dans un parc photovoltaïque avec des tables trop basses. En effet, dans certains parcs où les tables étaient trop basses, seuls les agneaux pouvaient passer sous les panneaux, les séparant ainsi de leurs mères et causant une certaine agitation chez les brebis. Par ailleurs, plusieurs cas de blessures de brebis au dos et au thorax ont été rapportés dans des parcs où la hauteur minimale des tables photovoltaïques était inférieure ou égale à 80 cm (*Dietmaier, 2015*). Ces freins liés à la conception et à l'ingénierie peuvent cependant facilement être levés en adaptant les équipements à la présence d'animaux d'élevage dans le parc photovoltaïque (voir Partie 2). D'autre part, la question de l'impact de la pratique de pâturage sous panneaux photovoltaïques semble avoir des impacts possibles sur l'état d'hygiène des ruminants. L'étude de *Sharpe et al. (2021)* témoigne par exemple d'une dégradation de l'état d'hygiène de vaches laitières pâturant sous panneaux photovoltaïques en été (pattes et ventre plus sales). Enfin, la question de l'effet des ondes électromagnétiques sur les animaux d'élevage reste entière. Les retours d'expériences d'éleveurs pratiquant le pâturage en centrale photovoltaïque n'ont pas, à ce jour, fait écho de problèmes concernant un quelconque effet des panneaux sur le comportement ou la santé des animaux. Les rayonnements électromagnétiques émis par les équipements photovoltaïques (panneaux, câbles, onduleurs) sont *a priori* relativement faibles.



Photo 7 : Brebis chaumant à l'ombre des panneaux photovoltaïques
(© TSE)

Les mesures effectuées sur des installations photovoltaïques de plusieurs centaines de KW ou plusieurs MW concluent à de faibles champs électriques et magnétiques (*Tell et al., 2012*). Au-delà de l'intensité du rayonnement, il importe de prendre en compte la fréquence et la durée d'exposition à ces rayonnements. À ce jour, il n'existe pas de consensus scientifique concernant des effets à long terme sur la santé humaine d'une exposition faible mais régulière. L'impact sur les animaux reste, quant à lui, mal connu.

Quoi qu'il en soit, les effets des champs électromagnétiques dépendent en grande partie de la distance à laquelle l'homme ou l'animal se trouve de la source de rayonnement, leur intensité étant inversement proportionnelle au carré de la distance. Dans le cas de panneaux photovoltaïques domestiques, deux ou trois mètres suffisent pour retrouver le niveau du champ électromagnétique émis naturellement par la terre. Pour des installations de très grande taille du type centrales au sol, il faudra un écartement de plus de dix mètres pour retrouver le niveau naturel des radiations terrestres (*Décrypter l'énergie, 2021*). Il n'y a aujourd'hui pas de réponse scientifique à cette interrogation, et des expérimentations sont nécessaires pour évaluer ce sujet.



Photo 8: Centrale photovoltaïque du Castellet (© Voltalia)

Impacts des panneaux photovoltaïques sur le couvert végétal

Les retours d'expériences de terrain témoignent que les panneaux semblent offrir un ombrage favorable à la production d'herbe, notamment en conditions de fortes chaleurs ou pour éviter les gelées. Même si la croissance du couvert végétal peut se trouver quelque peu affectée sur certaines périodes de l'année, il semblerait que le potentiel fourrager global soit conservé sur l'ensemble de la période de pâturage. La présence de tables photovoltaïques offrirait ainsi un étalement dans le temps de la pousse de l'herbe (photo 9).



Photo 9 : Protection du couvert végétal dans des conditions de sécheresse (Verneuil) (©E. Mortelmans)

Au-delà des retours d'expériences, l'impact de la présence de panneaux photovoltaïques sur le couvert végétal peut s'envisager sous plusieurs angles, au travers des impacts sur le microclimat, sur la quantité et la qualité de la végétation.

Impacts des panneaux photovoltaïques en terme de microclimat

Une question importante pour l'activité agricole sous une installation photovoltaïque est l'altération des conditions microclimatiques et les conséquences qui en résultent pour les cultures ou la couverture herbacée. Différentes études confirment que la présence de panneaux photovoltaïques crée un microclimat, en limitant le rayonnement, en réduisant la température maximale du sol et de l'air en journée, en limitant les écarts de température entre le jour et la nuit pendant l'été, et en modifiant la vitesse du vent (*Pang et al., 2017 ; Ehret et al., 2015 ; Marrou et al., 2013 ; Armstrong*



Photo 10 : Couvert prairial dans une centrale agrivoltaïque (81)
(© Idele)



Photo 11 : Centrale photovoltaïque pâturée par des ovins (30)
(© Idele)

et al, 2016 ; Adeh Hassanpour et al, 2018). Outre cet effet parasol, on pourrait penser que les panneaux solaires présentent aussi un effet parapluie. Cependant, il n'en est rien, du fait des interstices qui séparent chaque module constituant un panneau. Armstrong et al. (2016) ont ainsi mesuré une précipitation localisée trois fois plus importante sous les panneaux à cause d'un ruissellement de l'eau sur les cadres de supports, tandis qu'Adeh Hassanpour et al. (2018) et Madej (2020) ont trouvé un sol prairial plus humide plus longtemps sous les panneaux, comparé à la zone en plein soleil qui accentue l'évaporation. D'autres effets sur les échanges de gaz et de vapeur d'eau et sur la distribution des précipitations dans le parc solaire peuvent enfin être observés (Armstrong et al., 2014 ; Hernandez et al., 2014).

D'autre part, plusieurs études menées en France (Cossu et al., 2017 ; Dupraz et al., 2011), en Allemagne (Fraunhofer Institut, 2018) et aux Etats-Unis (Barron et al., 2019) montrent que les impacts des panneaux photovoltaïques sur le microclimat varient en fonction du lieu d'implantation et de la conception des infrastructures

photovoltaïques. Tout d'abord, la quantité de rayonnement solaire disponible pour les plantes varie en fonction de la conception technique des panneaux (distance des panneaux au sol, distance d'inter-rang, orientation des modules). L'hétérogénéité du rayonnement au sol est par exemple accentuée lorsque les panneaux sont proches du sol (photo 10). Ensuite, les études ont montré que plus l'altitude est faible, plus les changements microclimatiques sont importants. Enfin, selon l'orientation et la conception du système, la vitesse du vent peut également diminuer ou augmenter, influençant la croissance des plantes.

Impacts des panneaux photovoltaïques sur le rendement et la qualité de la production végétale

Les modifications des conditions microclimatiques générées par les panneaux photovoltaïques induisent des modifications sur le couvert végétal. Plusieurs études documentent l'impact de l'ombrage des panneaux photovoltaïques sur la production du couvert végétal, à la fois en termes de qualité et de quantité.

● Impacts sur la production de biomasse

Les études sur ce sujet présentent des conclusions contrastées. Plusieurs expérimentations font état de baisse de production de biomasse sous des panneaux photovoltaïques. Armstrong et al. (2016) ont ainsi mesuré une biomasse prairiale quatre fois plus faible sous les panneaux qu'en inter-rang ou en zone témoin, avec une photosynthèse plus basse surtout au printemps et hiver. Kirilov et al. (2013) rapportent aussi une baisse de production du couvert végétal sous les panneaux. À l'inverse, l'étude menée en prairie par Adeh Hassanpour et al. (2018) a mis en évidence une biomasse supérieure de + 90 % sous les panneaux solaires en comparaison à la zone témoin, et de + 126 % comparé à l'inter-rang. Arsenault (2010) a aussi mesuré une végétation plus haute et luxuriante à l'ombre des panneaux. Enfin, une étude menée en France en 2020

(dans l'Allier et le Cantal) ne mesure pas de différence de production de biomasse sous les panneaux par rapport à l'inter-rang ou au témoin, en période estivale (*Madej, 2020*). Ces différences de constats seraient liées à la diversité des contextes géographiques et climatiques des sites expérimentaux. Il semble en effet que les effets négatifs sur la biomasse végétale ont été notés dans des situations expérimentales où le déficit hydrique estival reste modéré (expérimentations d'*Armstrong et al. (2016)* menée en Angleterre et de *Kirilov et al. (2013)* menée en Bulgarie), alors que les effets positifs ont quant à eux été relevés dans des contextes climatiques de faible pluviométrie et de déficit hydrique marqué en été (expérimentation d'*Adeh Hassanpour et al. (2018)* menée aux Etats-Unis, en Oregon). Les panneaux photovoltaïques pourraient donc avoir un effet positif ou négatif sur la production de biomasse selon le degré d'aridité du climat.

Shemshenko et al. (2012) ont mesuré la production de biomasse de 46 espèces prairiales dans différentes conditions d'ombrage. Les résultats de cette étude montrent tout d'abord qu'un ombrage « léger » (voile d'ombrage laissant passer 75 % du rayonnement solaire) n'a pas d'incidence sur la production de biomasse, comparativement au témoin en pleine exposition. Une ombre « modérée » (voile d'ombrage laissant passer 50 % du rayonnement solaire) a un effet facilitateur sur la production de biomasse. Ce n'est qu'avec un ombrage « fort » (voile d'ombrage laissant passer seulement 10 % du rayonnement solaire) que la biomasse produite par les plantes ombragées est significativement plus faible. Ces résultats expérimentaux permettent d'imaginer ce que pourraient être les impacts de panneaux photovoltaïques mobiles, formant un ombrage partiel dans la journée, sur le couvert végétal.



Photo 12 : Ovins pâtrant dans un parc agrivoltaïque (Karoline Thaehofer/AdobeStock)

● **Impacts sur la dynamique de pousse**
Madej (2020), Arsenault (2010) et Adeh Hassanpour et al. (2018) relèvent une dynamique de croissance de la végétation plus importante sous les panneaux par rapport aux zones ensoleillées, grâce à la réduction des stress hydrique, lumineux et thermique induits par la protection du couvert des panneaux photovoltaïques. Cette différence peut aussi être expliquée par la réserve en eau plus élevée dans le temps sous panneaux solaires. *Madej (2020)* précise toutefois que cette amélioration de la croissance du couvert sous les panneaux a été observée dans des conditions climatiques estivales particulièrement contraignantes. En absence de stress thermique et hydrique, le potentiel de croissance restait en effet plus grand dans les zones de pleine exposition, qui ne présentaient pas de limitation du rayonnement, contrairement aux zones sous les panneaux. Ce résultat rejoint l'hypothèse selon laquelle l'effet bénéfique des panneaux sur le couvert végétal se ferait d'autant plus sentir dans des conditions de stress hydrique et thermique.

Il est important de noter que la plupart des études sur l'impact des panneaux photovoltaïques sur la productivité du couvert végétal s'attachent à isoler spécifiquement l'effet des panneaux sur le couvert, en dehors de toute autre interaction. *Madej (2020)* propose une analyse complémentaire en évaluant l'impact des panneaux sur le couvert végétal dans un contexte de pâturage ovin. Le rapport d'étude nuance les effets positifs des panneaux sur la biomasse : les effets

positifs liés aux panneaux sur la pousse de l'herbe (comme l'efficacité d'utilisation de l'eau et l'efficacité d'interception des rayonnements) sont contrebalancés par les perturbations ovines (piétinement et tassement notamment), le pourcentage de sol nu diminuant la densité végétale.

● Impacts sur la qualité du couvert végétal

Madej (2020) relève que, en été, l'état de la végétation et sa qualité se sont retrouvés avantageux grâce aux panneaux solaires, protégeant des stress hydrique, lumineux et thermique. La végétation sous les panneaux est restée plus verte que dans les zones ensoleillées et a présenté une qualité fourragère supérieure, avec un taux d'azote supérieur et une teneur en fibre diminuée grâce à la maturation retardée et à la réduction des stress.

● Impacts sur l'évolution de la composition du couvert végétal

Plusieurs phénomènes sont à l'œuvre. D'une part, certaines plantes adaptent



Photo 13 : Centrale photovoltaïque du Castellet (83) (© Voltalia)

leur morphologie pour s'acclimater aux conditions ombragées et compenser la limitation en lumière par les panneaux. Ces plantes forment alors des feuilles plus fines et allongées pour optimiser l'interception du rayonnement (*Marrou et al., 2013 ; Valle et al., 2017*). D'autre part, toutes les études constatent une diminution de la richesse spécifique et un changement dans la composition floristique du couvert végétal sous des panneaux photovoltaïques. En effet, *Kirilov et al. (2013), Armstrong et al. (2016), Montag et al. (2016), Adeh*

Hassanpour et al. (2018) et Madej (2020) rapportent tous une baisse de la diversité végétale prairiale sous les panneaux solaires par rapport à l'inter-rang, avec une majorité de graminées sous les panneaux, comparativement à une majorité de plantes diverses et de légumineuses en inter-rang et zone témoin.

Impacts du pâturage sous panneaux photovoltaïques sur la productivité de l'activité d'élevage

Il existe très peu de références concernant les impacts du pâturage en centrale photovoltaïque sur la productivité de l'activité d'élevage de ruminants.

L'étude menée par *Andrew (2020)* compare la croissance d'agneaux dans un contexte de pâturage sous panneaux solaires en comparaison avec des pâturages ouverts de l'Oregon. Les résultats préliminaires rapportent que la production de poids vif (en kg ha/jour) et les gains de poids vif des agneaux étaient comparables dans les deux types de pâturage. L'étude n'a pas montré de différence significative dans la consommation d'eau quotidienne moyenne des agneaux. Plus largement, l'étude conclue que le pâturage d'agneaux sous panneaux photovoltaïques permet le maintien d'un chargement plus élevé vers l'été et que la productivité des terres pourrait être augmentée à 200 % en combinant le pâturage ovin et la production d'énergie solaire sur un même terrain.

Une autre étude menée par *Sharpe et al. (2021)* sur des vaches laitières pâturant sous des panneaux photovoltaïques a par ailleurs montré que les panneaux n'influent ni sur la production de lait, ni sur la qualité du lait (taux de matière grasse, taux protéique), ni sur les périodes d'abreuvement.

Recul sur la bibliographie : des expérimentations à multiplier et des questions encore à explorer

Les études sur les impacts de l'agrivoltaïsme sur les activités d'élevage n'en sont qu'à leur début. Les références scientifiques concernant l'impact du pâturage en centrale photovoltaïque sur le bien-être des ruminants, sur le couvert végétal ou sur la productivité de l'activité d'élevage sont en effet peu nombreuses et principalement réalisées en dehors de la France. Certains protocoles d'études présentent des fragilités (notamment *Maia et al. (2020)*, *Armstrong et al. (2016)*), ce qui rend les conclusions moyennement fiables. Il est donc impératif de poursuivre ce travail d'investigation et de multiplier les expérimentations en France, dans différents contextes pédoclimatiques, avec différentes espèces de ruminants et dans différentes configurations d'équipements photovoltaïques. Concernant les champs d'investigation, il importe de poursuivre l'analyse des impacts de l'agrivoltaïsme sur le bien-être animal, sur le couvert végétal, sur le maintien de la performance de l'activité d'élevage (en quantité et en qualité) et de produire des références à ce jour manquantes, sur les impacts socio-économiques de la pratique (rentabilité de la pratique, temps de travail notamment).

À ce jour, au-delà des connaissances issues de résultats expérimentaux et des manques de connaissances pointés sur certaines questions particulières, de plus en plus de projets d'agrivoltaïsme impliquant l'élevage de ruminants se mettent en place en France et la pratique se démocratise. Il importe de poursuivre les expérimentations pour continuer à produire des références sur cette pratique et ces impacts.

En parallèle, il est tout de même possible de formuler des préconisations simples afin que les projets qui se montent soient les plus adaptés à la co-activité entre production photovoltaïque et élevage de ruminants. C'est tout l'objet de ce guide qui vise à diffuser des recommandations mobilisables lors du montage de projets couplant élevage de ruminants et photovoltaïsme, afin de multiplier les chances de réussites du projet. Les préconisations mises en avant dans ce guide sont basées sur les retours d'expériences de plusieurs éleveurs pratiquant actuellement le pâturage en parc photovoltaïque, sur la visite de plusieurs centrales actuellement entretenues par des ruminants dans différents contextes pédoclimatiques et sur l'expertise de l'Institut de l'Élevage en matière de gestion du pâturage.

EN PRATIQUE

L'Institut de l'Élevage peut accompagner les entreprises gestionnaires dans leur projet, en réalisant des expérimentations dans les domaines suivants :

- **Agronomie :** Quantité et qualité de ressources fourragères sous les panneaux, variation de la composition floristique avec le pâturage, variation de la composition du sol avec le pâturage, effet du pâturage vis-à-vis des objectifs de gestion, choix du couvert végétal (en cas d'implantation).
- **Zootехnie :** Risque des équipements pour les animaux, évaluation du bien-être animal, maintien du caractère « productif » de l'élevage.
- **Socio-économique :** Impact de la pratique d'un point de vue économique et impact sur le temps de travail de l'éleveur.



CONTACT :

Service Fourrages
et Pastoralisme

agrisolaire@idele.fr

Ovins pâturent dans la centrale agrivoltaïque du Castellet (83) (© Voltalia)



AdAPTER LES ÉQUIPEMENTS PHOTOVOLTAÏQUES ET RÉFLÉCHIR À LEUR IMPLANTATION POUR UNE CO-ACTIVITÉ AVEC L'ÉLEVAGE

Les équipements classiquement utilisés dans les parcs photovoltaïques ne sont pas toujours adaptés à la présence d'animaux au pâturage : tables parfois trop basses, objets contendants, présence de regards et/ou de câbles électriques non protégés, etc.

Il est donc nécessaire d'intégrer les contraintes liées à la présence d'animaux d'élevage dès la conception du parc, à travers le choix, le dimensionnement et les conditions d'implantation des équipements photovoltaïques.

Les premiers retours d'expériences montrent que les projets d'agrivoltaïsme où l'activité d'élevage a été associée après la conception et l'implantation du parc révèlent souvent des problèmes pouvant compromettre le maintien de la co-activité : impacts négatifs sur le bien-être animal, ressources fourragères trop pauvres, temps trop conséquent passé par l'éleveur... La co-activité photovoltaïsme-élevage demande donc une réflexion nouvelle sur l'agencement et l'implantation des infrastructures photovoltaïques. Ces spécificités sont bien-sûr à intégrer préférentiellement en amont de l'installation du parc photovoltaïque.

CHOISIR UNE STRUCTURE PHOTOVOLTAÏQUE ADAPTÉE À LA CO-ACTIVITÉ AVEC L'ÉLEVAGE

Derrière le concept de « centrale photovoltaïque » se cache une diversité d'infrastructures dont le point commun est de produire de l'électricité grâce à des modules composés de cellules photovoltaïques.

Les différentes technologies disponibles

Différentes technologies sont aujourd'hui disponibles, certaines déjà mises sur le marché et d'autres encore à l'état de prototype : tables fixes (orientées au sud selon un angle de 25 à 30°) (photo 14), panneaux mobiles équipés d'une motorisation leur permettant de suivre la course du soleil pour optimiser leur exposition et donc leur rendement (trackers 1 axe permettant de suivre le soleil d'est en ouest (photo 15) ou trackers 2 axes permettant à la fois une modification de l'orientation et de l'inclinaison (photo 16), « haies » photovoltaïques, ou encore ombrières photovoltaïques placées en hauteur (photo 17), etc.

Les équipements les plus couramment rencontrés dans les parcs français actuellement pâturés par des ruminants sont les tables fixes et plus secondairement les trackers 1 axe.



Photo 14 : Brebis pâturent dans un parc photovoltaïque à tables fixes à Torreilles (66) (© Neoen)



Photo 15 : Parc photovoltaïque à panneaux trackers 1 axe au Castellet (83) (© Voltalia)



Photo 16 : Panneaux photovoltaïques trackers 2 axes à Grabels (34) (© Idele, parc géré par Neoen)

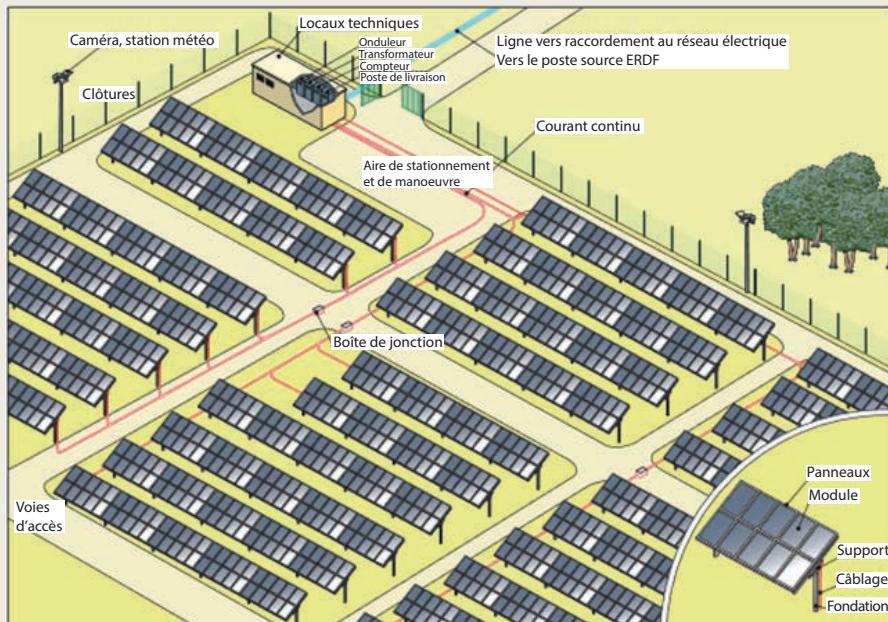


Photo 17 : Ombrières photovoltaïques au Cabanon (© Voltalia)

FIGURE 2 :**SCHÉMA DU PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UNE INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE****(SOURCE : MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DES TRANSPORTS ET DU LOGEMENT, 2011)**

Une centrale photovoltaïque au sol est constituée de plusieurs éléments :

- des tables d'assemblage (ou panneaux), en métal (acier, aluminium ou autre) sont fixées au sol et organisées en rangées.
- des modules photovoltaïques composés de cellules photovoltaïques et orientés avec une inclinaison optimale par rapport aux rayonnements du soleil sont posés sur les tables d'assemblage.
- tous les câbles aériens issus d'un groupe de panneaux rejoignent une boîte de jonction d'où repart le courant continu dans un seul câble souterrain, vers le local technique.
- le local technique abrite les postes onduleurs, les transformateurs, les compteurs, les installations de protection électrique et le poste de livraison. En fonction de la taille du projet, il y a souvent plusieurs postes de transformation, voire plusieurs postes de livraison.
- l'électricité produite est ensuite acheminée au point de raccordement au réseau électrique (poste source Enedis) le plus proche.
- La clôture des installations photovoltaïques protège les installations et les personnes et permet de limiter les actes de vandalisme. 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.
- 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. 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).



Critères de choix des équipements par les gestionnaires

Du point de vue des gestionnaires, le choix des équipements photovoltaïques se fait habituellement sur des critères tels que la performance, le rapport coût/prix, la fiabilité et la durabilité, les propriétés mécaniques, les conditions d'approvisionnement, le cycle de vie ou encore le bilan carbone. Chaque type d'équipement photovoltaïque présente des avantages et des inconvénients.

Dans un projet de co-activité avec l'élevage, d'autres paramètres sont importants à considérer pour raisonner le choix des équipements photovoltaïques, parmi lesquels les possibilités de circulation des animaux et de l'éleveur, les possibilités de pose de clôtures mobiles dans le parc pour refendre l'espace, les possibilités



Photo 18 : Barres de commandes de panneaux trackers 1 axe pouvant éventuellement compliquer la co-activité avec l'élevage selon leur hauteur (si < à 80 cm du sol) (© Idele)



Photo 19 : Les barres de commandes de trackers 1 axe ne posent pas de problèmes si les animaux peuvent circuler de façon fluide au-dessous, comme dans la centrale du Canadel (83) (©Voitalia)

de passage d'éventuels engins agricoles sous les panneaux et entre les rangées, et les effets d'ombrages des panneaux sur le couvert végétal.

EN PRATIQUE

Quels équipements privilégier dans le cas d'une co-activité avec l'élevage ?

De façon générale, tous les types d'infrastructures photovoltaïques peuvent être utilisés en co-activité avec l'élevage.

Un point de vigilance doit tout de même être posé concernant les panneaux trackers 1 axe. En effet, certains types de trackers 1 axe disposent de barres de commandes implantées perpendiculairement aux rangées de panneaux qui peuvent rendre difficiles les déplacements de l'éleveur et du troupeau, augmentant le risque de blessures, et pouvant compliquer l'utilisation d'engins agricoles ou d'une clôture mobile dans les allées si ces barres de commande sont positionnées à faible hauteur (inférieure à 80 cm) (photos 18 et 19).

D'un point de vue agronomique, d'après les résultats d'expérimentation disponibles, il semblerait que les structures adaptant leur inclinaison soient à privilégier pour maximiser la production du couvert végétal, la zone de végétation recevant les rayons du soleil en direct étant plus importante qu'avec des tables fixes. Un compromis idéal serait une structure portant des panneaux orientables, mais n'employant pas de barres de force.

Au-delà de la nature même des infrastructures, ce sont surtout leurs conditions d'implantation qui vont faire que celles-ci sont plus ou moins adaptées : hauteur minimale des points les plus bas, type de fixation dans le sol, densité des infrastructures, écartement des rangées, espace entre les infrastructures et la clôture extérieure. Les modes d'implantation conditionnant les possibilités de co-activité, il est d'autant plus important d'intégrer la co-activité avec l'élevage dès les premières réflexions, en amont de la construction du parc.

À NOTER !

D'un point de vue du bien-être animal, en l'état actuel des connaissances et en dehors du champ inconnu de l'effet des ondes électromagnétiques sur les animaux, tous les types d'équipements photovoltaïques peuvent a priori être adaptés à une co-activité avec l'élevage.

DÉFINIR DES CONDITIONS D'IMPLANTATION DES ÉQUIPEMENTS FAVORABLES À LA CO-ACTIVITÉ

Prévoir une hauteur minimale des équipements permettant la circulation fluide et sécurisée des animaux

La hauteur des équipements est le premier facteur d'implantation conditionnant les possibilités de co-activité avec l'élevage (photos 20, 21 et 22). C'est le premier critère évoqué par les éleveurs ayant une expérience de pâturage en parc photovoltaïque. En effet, une trop faible hauteur des infrastructures peut d'une



Photo 20 : Brebis pouvant passer entièrement sous les tables (©E. Mortelmans)



Photo 21 : Des hauteurs de tables parfois très basses (<1 m) (© Idèle)



Photo 22 : Des ânes pâturent dans une centrale photovoltaïque avec des tables à plus de 1 mètre (© Jeson_AdobeStock)

part entraver la circulation des animaux, leur empêchant ainsi d'exprimer leur comportement naturel, surtout pour les espèces grégaires.

D'autre part, les équipements sont constitués de coins et de supports métalliques très anguleux pouvant présenter un risque important de blessures pour les animaux au pâturage (photos 23 et 24). Les écorchures sur les bords contendants peuvent se produire en particulier lors de mouvements de regroupement du troupeau par un chien de conduite. Le risque de blessure des animaux sur les équipements photovoltaïques est en effet maximal lors des mouvements inopinés du troupeau.

Enfin, dans le cas de parcs disposant de panneaux installés trop bas, il existe un risque d'endommagement des modules photovoltaïques par les animaux, en particulier dans le cas des modules à couche fine. Le risque d'endommagement est majoré lorsque les animaux pâturants sont des chèvres ou des brebis capables de se dresser et de s'appuyer sur les infrastructures photovoltaïques.



Photos 23 et 24 : Des supports et des coins de tables contendants pouvant blesser les animaux (© Idèle)

EN PRATIQUE

La hauteur minimale entre le sol et le point le plus bas des infrastructures doit être adaptée au type d'animaux.

Compte tenu des références bibliographiques et des retours d'expériences, une hauteur minimale de 1 m est recommandée pour les ovins. Concernant les autres espèces de ruminants, les références et retours-terrain sont beaucoup moins nombreux. Une expérimentation de pâturage de vaches laitières sous panneaux photovoltaïques est actuellement menée dans le Minnesota, avec des hauteurs minimales comprises entre 2,40 m et 3 m. Toutefois, il n'y a, à ce jour, pas assez de recul sur les résultats de cette configuration expérimentale.

Dans tous les cas, quel que soit le type de ruminants, il importe de veiller à ce que cela soit bien une hauteur minimale en tout point du parc et ce quel que soit le relief.



Photo 25: Des barres de commande trop basses dans un parc photovoltaïque trackers 1 axe d'ancienne génération (©Idéle)



Photo 26 : Panneau photovoltaïque endommagé (© Andrei Merkulov/AdobeStock)

Prévoir une hauteur minimale des équipements permettant le passage d'engins agricoles

Au-delà des enjeux de bien-être animal, la hauteur des équipements photovoltaïques est un facteur à prendre en compte pour faciliter le passage d'engins agricoles, pour assurer l'entretien mécanique de la végétation délaissée par les animaux ou pour effectuer des opérations sur le couvert végétal (ressemis notamment). L'entretien mécanique éventuellement complémentaire au pâturage est couramment réalisé par l'éleveur à l'aide d'une débroussailleuse, ce qui est très chronophage. La mécanisation du désherbage par l'utilisation d'un tracteur réduit considérablement le temps d'astreinte comparé à une gestion avec une débroussailleuse.

EN PRATIQUE

La hauteur minimale de 1 m entre le sol et le point le plus bas des panneaux recommandée pour les troupeaux ovins laisse la possibilité d'un entretien mécanique sécurisé sous les tables grâce à des outils déportés attelés à un tracteur.



Photo 27: Buissons invasifs non consommés par les brebis, à terme nuisibles pour les performances du parc (©Idéle)



Photo 28 : Prairie semée dans un parc photovoltaïque (© Mortelmans)

Adapter la répartition des équipements photovoltaïques dans l'espace

Espacement des rangées de tables

Une centrale photovoltaïque optimale (densité de panneaux, pilotage des trackers) est incompatible avec une production agricole normale (sauf rarissimes exceptions). Il faut donc que les gestionnaires acceptent un sacrifice à la conception de la composante photovoltaïque. Ce sacrifice passe notamment par des concessions sur la densité de panneaux via l'espacement des rangées de tables notamment.

En l'état actuel des connaissances, la configuration idéale est un espacement des rangées de tables photovoltaïques suffisant pour permettre le passage d'un tracteur, afin de resserrer une prairie si les aléas climatiques répétés ont endommagé la végétation (photo 29) ou pour désherber mécaniquement avec un gyrobroyeur si l'entretien par la dent de l'animal n'a pas été suffisant.

EN PRATIQUE

Dans l'idéal, l'espacement doit permettre le passage d'un tracteur de taille «moyenne» de sorte que l'éleveur n'ait pas à acheter de matériel spécifique (mini-tracteur, motofaucheuse...) pour l'entretien mécanique du parc. La largeur moyenne d'un tracteur avec un semoir attelé étant d'environ 3,50 m, en considérant une marge de sécurité, les allées entre les tables devraient ainsi avoir une largeur minimale de 4m.



Photo 29 : Tracteur circulant entre les rangées d'une centrale photovoltaïque aux Etats-Unis (© Land Services - Now Monarch)

Positionnement des rangées de tables par rapport à la clôture extérieure

Toujours dans l'idée de permettre le passage d'engins agricoles, une distance de 10 m minimum est à prévoir entre la fin de la rangée de tables photovoltaïques et la clôture extérieure du parc. Il est en effet important de laisser un espace suffisant pour permettre le braquage des engins agricoles entre deux allées.

Réfléchir l'implantation des équipements en prenant en compte la technique de pâturage

L'implantation des panneaux doit prendre aussi en compte la technique de pâturage envisagée pour l'entretien du parc, à savoir le pâturage tournant dynamique (autrement appelé technopâturage ou pâturage cellulaire), le pâturage tournant classique ou le pâturage continu (autrement appelé pâturage libre) (voir le descriptif des techniques en partie 6). Les techniques de pâturage tournant dynamique ou classique vont en effet demander de redécouper le parc avec une clôture électrique mobile. L'éleveur doit alors être en capacité de poser des clôtures sans difficultés parallèlement et perpendiculairement aux rangées de panneaux photovoltaïques.

EN PRATIQUE

Dans cet objectif de simplification du travail de l'éleveur et pour faciliter le découpage des parcelles, l'idéal est d'ajouter une allée perpendiculaire aux rangées de tables tous les 120 à 150 m, afin d'offrir aux animaux des parcelles se rapprochant de la forme carrée pour favoriser une bonne utilisation de l'espace.

Les parcelles de forme étirée pourraient en effet créer des zones différencier : d'un côté une sur-utilisation et de l'autre une sous-utilisation de l'espace et gêner l'entretien de la végétation. Ces nouvelles allées ne nécessitent pas d'avoir une largeur de 4m car leur but est uniquement le passage de l'éleveur équipé éventuellement d'un quad. La largeur maximale de celui-ci étant de 1,50 m, une largeur d'allée de 2 m suffit.

Choisir un système de fixation au sol des structures le moins impactant pour la couvert végétal

Différents types de montages au sol sont rencontrés dans les parcs photovoltaïques : des tables mono-pieu vs bi-pieux, des pieux battus plantés directement en terre vs des pieux sur fondation en semelle de béton (photos 30 à 32).

EN PRATIQUE

Le choix des solutions techniques de montage au sol dépend de la nature des sols, révélée par une étude géotechnique du site.

Idéalement, si les conditions de sol le permettent, un montage au sol avec des tables mono-pieu est à privilégier. Il apporte de la souplesse dans l'entretien sous les tables, limitant le contournement des pieux par le matériel.

Lorsque la situation est propice, les pieux battus sont également recommandés plutôt que des fondations en semelle béton afin de limiter l'impact sur la végétation présente.



Photo 30 : Table fixe bi-pieu sur dalle de béton (© Idele)



Photo 31 : Double-tracker mono-pieu sur dalle de béton (© Idele)



Photo 32 : Table fixe sur mono-pieu battu (© Idele)

PROTÉGER LES ANIMAUX DES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES

La protection des équipements électriques dans le parc photovoltaïque est fondamentale pour la sécurité des animaux.

Au-delà du risque d'électrocution par grignotage des câbles (photo 33), c'est surtout les problèmes de mortalité des animaux par pendaison qui sont évoqués par les éleveurs. En effet, les systèmes de liens qui permettent aux câbles de se maintenir solidaires se dégradent du fait du temps, des conditions météorologiques et par le frottement des animaux. Les câbles électriques ont ainsi tendance à prendre en de nombreux points des parcs, favorisant ainsi la mortalité des agneaux par étranglement (photos 34 et 35).

Par ailleurs, la présence de regards non sécurisés sur les parcs photovoltaïques peut engendrer des problèmes de blessures sur les animaux qui se coinceraient un membre dedans (photo 37).



Photo 33 : Câblages électriques laissés apparents à faible hauteur pouvant être rongés par les animaux (© Idele)



Photos 34 et 35 : Les câbles électriques ont tendance à prendre à faible hauteur, à l'arrière des panneaux, engendrant un risque d'étranglement, en particulier chez les jeunes animaux. (©Idéle)

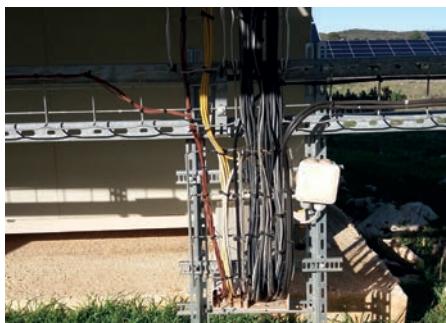


Photo 36 : Câblages laissés apparents (©Idéle)



Photo 37 : Exemple de regard pouvant être présent dans un parc photovoltaïque (©Idéle)

Enfin, du fait du manque de connaissances solides sur l'effet des ondes électromagnétiques sur les animaux d'élevage, il peut être envisagé, par principe de précaution, de conserver une distance de 2-3 mètres entre les principaux équipements émetteurs d'ondes (onduleurs, transformateurs) et les zones de pâturage. Cette distance peut éventuellement être instaurée au moyen de clôtures mobiles internes au parc. Il peut être également conseillé, si la surface du parc est semée, d'éviter de semer à proximité des principaux postes émetteurs d'ondes, afin que les alentours de ces postes ne soient pas des secteurs pâturés.

EN PRATIQUE

La plus grande vigilance doit être accordée à la protection des équipements électriques. Tous les câbles du système doivent être hors de portée des animaux ou être protégés avec notamment comme points de vigilance :

- Le gainage des câbles électriques à l'installation du parc, avec une fixation des câbles à l'aide de serre-câbles et de clips (photo 38).
- L'ajout de grilles pour empêcher les brebis de ronger des éventuels câbles apparents.
- Avant l'introduction des animaux, vérifier l'absence d'installations câblées prenant la forme d'un « V ». Il ne doit pas y avoir de boucles de câbles qui pendent.

Une vigilance particulière doit également être accordée à la protection des regards et autres trous présents dans le parc.



Photo 38 : Exemple de fixation de câbles électriques avec des serres-câbles à l'arrière d'un panneau photovoltaïque (©Idéle)

POSER DES CLÔTURES EXTÉRIEURES FIABLES ET ROBUSTES

Les centrales photovoltaïques sont usuellement délimitées sur leur pourtour par des hautes clôtures métalliques, afin de limiter les intrusions (humaines ou animales) dans le parc. En venant pâturer dans des parcs photovoltaïques, les éleveurs bénéficient de ces clôtures. La délimitation et la protection de la zone de pâturage sont en effet des enjeux importants pour les troupeaux non gardés.

Les éleveurs ayant déjà l'expérience de pâturage en parc photovoltaïque relèvent souvent des problèmes concernant les clôtures de ces parcs. Ce n'est pas tant la qualité des matériaux ni la hauteur des clôtures qui semblent problématiques, les clôtures ayant une hauteur en moyenne de 2 m à 2,50 m. C'est surtout la solidité des clôtures qui fait défaut, ainsi que leur manque d'étanchéité, en particulier dans les parcs photovoltaïques présentant des reliefs. Plusieurs éleveurs ont ainsi rencontré des problèmes de clôtures "tracées droites", sans aller jusqu'au sol dans les zones de relief, laissant possible l'entrée de prédateurs et/ou la sortie d'animaux d'élevage (brebis ou agneau).

EN PRATIQUE

Des clôtures d'une hauteur minimale de 2 m sont à privilégier afin de protéger les animaux des risques d'intrusion, notamment des grands prédateurs.

Les grillages doivent épouser le relief, afin que ni un prédateur ni les brebis ne puissent se glisser sous la clôture, soit un écart sol-clôture maximal de 10 cm.

Des aménagements pour le passage de la petite faune doivent être prévus (photo 40). Ces équipements doivent permettre les mouvements de la petite faune, mais doivent empêcher le passage de potentiels prédateurs (loups, renards).

Enfin, les poteaux de la clôture doivent être fermement ancrés dans un substrat solide, afin que la clôture reste efficace en tout point du parc.



Photo 40 : Exemple d'aménagement dans la clôture pour le passage de la petite faune sauvage (© Idéle)



Photo 39 : Bricolage d'un éleveur pour combler l'espace sous une clôture afin d'empêcher les animaux de sortir du parc (© Idéle)



À SAVOIR !

Les parcs photovoltaïques sont soumis à des exigences d'intégration paysagère, amenant parfois à la plantation de haies végétales sur le périmètre de la centrale. Les clôtures mobiles mises en place pour recouper le parc doivent prendre appui sur la clôture en pourtour du parc. Dans ce cas, il est vivement recommandé d'implanter les haies à l'extérieur du parc photovoltaïque pour faciliter leur entretien et ne pas gêner la pose des clôtures mobiles dans le parc.

(© Mike Mareen - AdobeStock)



Ovins pâturent dans la centrale agrivoltaïque de Parroc (© Voltalia)

Outiller le parc photovoltaïque d'équipements additionnels spécifiques à l'activité d'élevage

La présence d'animaux dans le parc photovoltaïque implique d'équiper le parc d'infrastructures spécifiques nécessaires à l'activité d'élevage (affouragement, abreuvement, contention).
Ces équipements servent essentiellement à assurer les besoins primaires des animaux et à garantir leur sécurité et leur bien-être.

LES PANNEAUX FOURNISSENT DES ABRIS AUX ANIMAUX

Un parc photovoltaïque donne accès à la fois à des espaces très abrités mais aussi à des espaces plus ouverts en bordure des tables. Cette diversité de solutions est propice au confort des animaux.

De plus, en limitant les écarts de température entre le jour et la nuit pendant l'été et en modifiant la vitesse du vent, les tables photovoltaïques induisent un microclimat assez similaire à celui d'un arbre ou d'une haie, aménagement végétal permettant aux animaux de s'abriter. L'effet des panneaux photovoltaïques est d'ailleurs parfois assimilé à celui des arbres dans les systèmes agroforestiers. Les panneaux peuvent donc faire office d'abri contre les vents froids hivernaux et contre les fortes chaleurs estivales (photo 41). Il n'y a donc *a priori* pas besoin d'équipements spécifiques en termes d'abri pour les animaux.

À SAVOIR !

Plusieurs gestionnaires construisent des abris ou des bergeries au sein ou en bordure de parc pour faciliter l'activité d'élevage : distribution de compléments alimentaires, soins, etc.

Aménager de véritables abris sous certains tronçons de panneaux est également possible via une imperméabilisation de la surface photovoltaïque et la fermeture de la face exposée aux vents dominants avec un filet brise-vent.



Photo 41 : Brebis pâturent à l'ombre des panneaux photovoltaïques de la centrale de Verneuil (03) (© E. Mortelmans)

PRÉVOIR DES POSSIBILITÉS D'AFFOURGEMENT DANS LE PARC

Le but du pâturage en centrale photovoltaïque est que les animaux se nourrissent essentiellement de la végétation disponible sur le parc, afin d'en assurer l'entretien.

Toutefois, l'apport de fourrage complémentaire peut s'avérer nécessaire dans le cas où l'herbe viendrait à manquer et où le parc photovoltaïque est loin des autres parcelles pâturelles (photo 42). Il faut toutefois noter que l'affouragement en parc photovoltaïque reste une pratique relativement rare, les éleveurs préférant adapter le chargement (nombre de brebis dans le parc) pour éviter les contraintes liées à l'affouragement.

Enfin, il est également courant d'avoir recours à des auges ou à un nourrisseur pour alimenter les animaux en concentrés, en particulier lors de la phase de croissance des agneaux. Ces pratiques de complémentation sont tout à fait réalisables en centrale photovoltaïque et ne nécessitent pas d'adaptation ni d'équipements particuliers.



Photo 42 : Exemple de système d'affouragement rencontré en parc photovoltaïque (© B. Morel)



Photo 43 : Botte de foin (© Lucca Mallone/Unsplash)

PRÉVOIR DES POINTS D'ALIMENTATION EN EAU POUR L'ABREUVEMENT

Les animaux d'élevage ont besoin d'être abreuves quotidiennement.

Selon le nombre d'animaux et leur stade physiologique, le besoin en eau peut être conséquent. Pour exemple, une brebis non suittée boit en moyenne quotidiennement 3 litres d'eau et le double lorsqu'elle allaité un agneau (tableau 1). Pour un troupeau de 100 brebis, le besoin quotidien d'eau varie donc de 300 à 600 litres.

Dans la plupart des cas, les parcs photovoltaïques actuellement en activité ne disposant pas de point d'eau, ce sont les éleveurs qui gèrent les apports en eau aux animaux au moyen de citernes, ce qui génère une charge de travail d'astreinte très importante, renforcée lorsque le parc photovoltaïque est loin du siège d'exploitation de l'éleveur.

À SAVOIR !

Des systèmes de récupération des eaux pluviales ruisselant sur les panneaux photovoltaïques peuvent être envisagés avec des gouttières installées sur quelques tables (photo 44).

La récupération des eaux de pluie ne doit toutefois pas priver totalement le couvert végétal des apports d'eau nécessaires à son développement. La vigilance sur la qualité de l'eau doit être accrue dans le cas d'une récupération des eaux de pluie à destination de l'abreuvement.



Photo 44 : Les eaux de ruissellement s'écoulant des panneaux photovoltaïques peuvent constituer une ressource pour l'élevage
(© Mariana Proenca, Pan Xianhe/Unsplash)

TABLEAU 1 :
ESTIMATION DES BESOINS MOYENS EN EAU DES ANIMAUX AU PATURAGE* (SOURCE : MARTIN, 2019)

Type d'animal	Consommation moyenne	Consommation au pic estival
Vache laitière (35 kg lait / jour)	100 L / J	125 L / J
Vache allaitante + veau	35 L / J	75 L / J
Broutard (200 kg)	15 L / J	20 L / J
Vache tarie, vache gestante, bœuf	35 L / J	70 L / J
Génisse (350-450 kg)	30 L / J	50 L / J
Brebis laitière	7 L / J	15 L / J
Brebis allaitante + agneaux	6 L / J	12 L / J
Brebis non suittée	3 L / J	6 L / J
Chèvre laitière	5 L / J	12 L / J
Chèvre tarie	3 L / J	6 L / J
Cheval adulte	20 L / J	45 L / J
Jument en lactation	30 L / J	55 L / J

*Consommation d'eau quotidienne en considérant une alimentation composée exclusivement d'herbe.

EN PRATIQUE

La question de l'abreuvement et des points d'accès à l'eau doit être idéalement prise en compte dès la conception des parcs photovoltaïques, afin d'assurer la durabilité de la co-activité.

Il est recommandé d'installer une ligne d'eau qui traverse le parc photovoltaïque avec des raccords en différents points pour disposer des abreuvoirs répartis dans les différentes parcelles. Il est préconisé d'installer une sortie d'eau pour maximum 2 hectares, soit un point d'eau à 150 m au plus loin pour les animaux. Les vannes pour gérer l'arrivée de l'eau doivent être accessibles à l'éleveur, ainsi qu'un compteur d'eau pour évaluer la consommation d'eau du troupeau et informer des fuites éventuelles. Les abreuvoirs peuvent être disposés à l'interface entre deux parcelles pour optimiser leur utilisation.

L'abreuvement étant un élément essentiel de l'élevage, en quantité comme en qualité, il est recommandé d'avoir une alimentation en eau avec un débit minimum de 4 à 5 litres/min. Par ailleurs, un contrôle de la qualité bactériologique et physico-chimique de l'eau est conseillé si issue d'un captage privé.

Enfin, il est impératif de vérifier qu'aucun courant électrique ne parasite l'eau (tension électrique de l'eau inférieure à 150 mV).



Photo 45 : Différents facteurs influent sur la consommation d'eau par les animaux : elle augmente si les aliments sont secs, si le temps est chaud, selon le stade physiologique et la production laitière de l'animal (© Fabian Schneidereit/Unsplash)

PRÉVOIR UN SYSTÈME DE CONTENTION

En élevage, le suivi du troupeau nécessite des interventions fréquentes auprès des animaux, que ce soit de la part de l'éleveur ou d'intervenants extérieurs.

Pour réaliser ces manipulations qui peuvent être délicates, les éleveurs ont besoin d'une contention efficace pour travailler en toute sécurité et éviter les accidents (photo 46). Ce parc de contention peut également servir de parc de chargement/déchargement des animaux.



Photo 46 : Brebis dans un parc de contention
(© Isidoro Martinez/Unsplash)

EN PRATIQUE

Une contention fixe permet d'aménager un parc solide avec des matériaux de récupération peu coûteux (barrières d'autoroute, traverses de chemin de fer...). Toutefois, une fois en place, elle ne sera plus modulable.

Une contention mobile sera plus adaptable. Les parcs photovoltaïques n'étant pas toujours d'un seul tenant et pouvant être éloignés des autres surfaces de l'exploitation, l'idéal est de prévoir la mise à disposition d'un parc de contention mobile.

L'idéal pour une bonne contention est que le parc de contention soit constitué d'un espace d'attente, d'un couloir de contention (avec une cage ou une porte de blocage) et d'un parc de rassemblement. Le parc de contention doit être adapté dans sa conception et dans le choix des matériaux au type d'animaux ruminants pâtrant dans le parc photovoltaïque.

Les animaux peuvent se sentir effrayés à l'approche du parc. Il faut donc le positionner de préférence sur les circuits habituels des animaux : proche des points d'abreuvement, de la zone d'affouragement, de l'entrée du parc.



(© Olexandr - AdobeStock)



Centrale agrivoltaïque de Bioule (81)
(© Idele, centrale gérée par Neoen)

Faciliter l'ergonomie du travail d'élevage

L'ergonomie du travail de l'éleveur est un facteur important pour la durabilité des projets d'agrivoltaïsme. En effet, des mauvaises conditions de travail peuvent démotiver les éleveurs, voire les dissuader de participer à ce type de projet. Les gestionnaires sont donc invités à prendre en compte les paramètres d'ergonomie au travail pour maximiser les chances de réussite des projets.

FACILITER L'ACCÈS DES ÉLEVEURS À LA CENTRALE PHOTOVOLTAÏQUE

Les éleveurs doivent pouvoir accéder à la centrale photovoltaïque 24h sur 24 et 7 jours sur 7, afin de pouvoir intervenir auprès des animaux en cas de besoin.

Différents systèmes de fermeture du parc photovoltaïque peuvent être rencontrés : système de fermeture à clé traditionnel ou clé électronique. Les systèmes à clé électronique se sont parfois avérés défaillants sur le long terme pour plusieurs éleveurs ayant l'expérience de pâturage en centrale photovoltaïque. De manière générale, les éleveurs préfèrent un système de fermeture à clé simple, qu'ils jugent plus fiable. Certains éleveurs ajoutent parfois un cadenas en supplément sur la porte d'entrée du parc afin de renforcer sa sécurité. Il importe toutefois de se rapporter aux procédures de sécurité qui interdisent parfois la pose de cadenas.

Par ailleurs, certains éleveurs rencontrent des difficultés pour appliquer le protocole de sécurité du parc photovoltaïque (procédures concernant les entrées et sorties de personnes dans le parc). En effet, certains protocoles obligent l'éleveur à signaler sa présence à la société gestionnaire à chaque fois qu'il vient sur le site, ce qui peut être assez lourd vu la fréquence de visite et peut poser des problèmes selon les réseaux de communication accessibles sur le parc.

EN PRATIQUE

Laisser l'accès à l'éleveur 24h/24 et 7 jours /7.

Les systèmes de fermeture traditionnels à clé sont préférés par les éleveurs car jugés plus fiables.

Par ailleurs, il importe que l'éleveur et le gestionnaire de la centrale s'accordent bien sur le protocole de communication et de sécurité du parc photovoltaïque, et l'adaptent si besoin en fonction des réseaux disponibles (radio, GSM, internet...). Les protocoles doivent être prévus pour les plages en dehors des horaires de bureau et week-end.

FACILITER LE DÉCHARGEMENT DES ANIMAUX

Selon la distance entre la centrale photovoltaïque et le siège d'exploitation de l'élevage, le transport des animaux peut se faire à pied ou en remorque.

Les éleveurs amènent en général leurs animaux en remorque car le parc photovoltaïque est souvent trop loin de la bergerie ou des pâturages. Plusieurs éleveurs ont évoqué l'importance de pouvoir entrer dans le parc photovoltaïque avec le camion transportant les animaux afin de faciliter leur déchargement dans des conditions sécurisées (photo 47).

EN PRATIQUE

Il est recommandé de prévoir un espace ouvert dans le parc, proche de l'entrée afin de faciliter le déchargement des bêtes et la manœuvre du véhicule de transport.

Cet espace sans panneau photovoltaïque doit être situé le long de la clôture périphérique du parc pour faciliter le déplacement des animaux.



Photo 47 : Déchargement des brebis dans le parc photovoltaïque de Kertanguy (22) (© Neoen)

À SAVOIR !

Se former au travail en environnement électrique

Bien qu'ils effectuent des opérations d'ordre non électrique, l'éleveur partenaire et ses éventuels associés utilisateurs sont amenés à travailler à proximité d'installations électriques. Il est donc important qu'ils puissent identifier les dangers liés au courant électrique. Il est recommandé que les éleveurs et autres utilisateurs suivent la formation « Habilitation électrique HOBO » qui a pour but d'apporter des compétences en sécurité nécessaires au personnel devant réaliser des travaux non électriques dans un environnement électrique potentiellement dangereux.

SURVEILLER LE TROUPEAU À DISTANCE

L'activité d'élevage implique une surveillance régulière, notamment en ce qui concerne la santé du troupeau, les potentielles sorties d'animaux hors du parc, la gestion de l'eau d'abreuvement qui doit être en accès continu pour le troupeau, les éventuelles fuites d'eau dans le réseau et la tension électrique en cas d'utilisation de clôtures mobiles.

Les parcs photovoltaïques disposent de systèmes de vidéosurveillance permettant au gestionnaire d'avoir un regard à distance sur l'état du parc, sur les mouvements qui s'y opèrent et sur d'éventuels signalements de sécurité.

On pourrait imaginer que les éleveurs aient accès à ces images pour faciliter la surveillance du troupeau à distance. En réalité, très peu d'éleveurs utilisent les caméras de vidéosurveillance et préfèrent suivre les animaux *via* des visites régulières. En effet, la surveillance du troupeau par l'intermédiaire des caméras du site est peu efficace dans cet environnement où la visibilité est très limitée du fait des tables photovoltaïques et de la taille de certains parcs.

À SAVOIR !

L'utilisation de certains capteurs peut faciliter le suivi à distance des activités d'élevage !

Ainsi, des solutions technologiques existent pour faciliter le suivi de l'abreuvement. Le système de jauge connectée permet de suivre à distance le volume et la température de l'eau dans une tonne ou une cuve, grâce à un capteur à ultrason. A chaque instant, l'éleveur peut visualiser à distance sur ordinateur, tablette ou smartphone, des paramètres comme le niveau d'eau de la cuve, l'autonomie restante en jours, la consommation moyenne. Il peut également être alerté par mail ou sms en cas de dépassement de seuils préalablement définis.

Plusieurs autres types de technologies pourraient être envisagés pour équiper les parcs photovoltaïques et faciliter leur utilisation par un éleveur : colliers GPS pour localiser les animaux, clôtures virtuelles pour refendre l'espace intérieur de la centrale photovoltaïque, capteurs de vérification de l'électrification des clôtures, etc.

ALERTER EN CAS D'INTRUSION DANS LE PARC OU DE SORTIE D'ANIMAUX

Dans la plupart des cas, les parcs photovoltaïques disposent d'un système de sécurité contre les intrusions, généralement matérialisé par un fil de contact sur les clôtures (photo 48).

Le fonctionnement de ce système est simple. Tout mouvement détecté par le fil de contact sur les clôtures déclenche un signal d'alerte pour le gestionnaire. Un agent de télésurveillance utilise alors la caméra orientée sur le périmètre du parc pour vérifier la raison de l'alarme, avant de décider d'un déplacement sur site si nécessaire.



Photo 48: Exemples de système de sécurité montés sur clôture pour signaler la présence d'une intrusion (© Idele)

La présence d'animaux au ras de la clôture périphérique du parc peut déclencher l'alarme du système anti-intrusion. De même, les clôtures mobiles électriques installées à l'intérieur du parc étant raccordées directement sur la clôture extérieure par des fils isolés, les animaux au pâturage peuvent entrer en contact avec la partie basse de la clôture extérieure.

EN PRATIQUE

Les systèmes des parcs doivent intégrer dans leur paramétrage la présence des animaux d'élevage et de la faune sauvage pour éviter de déclencher toutes les procédures de sécurité pour ces incidents mineurs. Le système de sécurité ne doit donc pas être sensible aux contacts des animaux jusqu'à 1 m du sol.



Ovins pâturent dans une centrale agrivoltaïque (© TSE)

Veiller à la qualité du couvert végétal des parcs photovoltaïques

Les projets couplant activité photovoltaïque et pâturage de ruminants doivent faire de la gestion du couvert végétal un sujet prioritaire puisque la prairie sera le plus souvent l'unique ressource alimentaire pour les animaux.

En effet, la qualité de la ressource fourragère est déterminante dans la réussite de ces projets. Un couvert végétal dégradé ou non adapté au pâturage ne satisfera tout simplement pas les besoins des animaux et/ou nécessitera une intervention supplémentaire de l'éleveur, ce qui n'est pas le but premier des projets d'agrivoltaïsme. Il est donc fondamental de connaître la qualité initiale du couvert végétal et de mettre en place une stratégie de gestion adaptée à chaque situation.

RÉALISER UN DIAGNOSTIC AGRONOMIQUE INITIAL

La première étape du diagnostic de la qualité du couvert végétal consiste à évaluer le potentiel fourrager de la surface du parc photovoltaïque afin d'organiser la stratégie de gestion du couvert végétal.

Évaluer la ressource végétale initialement disponible sur la surface

Un diagnostic initial de la végétation est fortement recommandé afin d'établir le potentiel de production des surfaces (tableau 2). C'est en effet sur la base des résultats de ce premier diagnostic que va se dessiner la stratégie de gestion du couvert végétal (chargement possible et choix entre réensemencement total ou sursemis local).

Ce diagnostic de la végétation permet de connaître les spécificités de la ressource fourragère et la période optimale d'utilisation par les animaux.

À SAVOIR !



L'application HappyGrass, une aide possible pour le diagnostic initial de l'état du couvert

L'outil « Identifier » du module « Prairie » de l'application permet de mener un diagnostic simplifié des parcelles en déterminant les principales espèces présentes.



TABLEAU 2 :
LISTE NON EXHAUSTIVE DES ESPÈCES PRINCIPALES RENCONTRÉES DANS LES PRAIRIES. SELON LEUR FAMILLE ET LEUR INDICE DE QUALITÉ FOURRAGÈRE, COMPROMIS ENTRE RENDEMENT FOURRAGER ET QUALITÉ NUTRITIVE

GRAMINÉES	LÉGUMINEUSES	DIVERSES
Espèces de bonne qualité fourragère		
Dactyle Fétuque élevée Fléole des prés Fromental Pâturin commun Pâturin des prés Ray-grass anglais	Luzerne Trèfle blanc Trèfle violet	
Espèces de qualité fourragère moyenne		
Agrostis des chiens Agrostis stolonifère Agrostis vulgaire Avoine jauniâtre (trisette) Avoine pubescente Brome fourrager Chiendent rampant Fétuque rouge Houlque laineuse Vulpin des prés	Minette Vesce cracca Lotier corniculé	Achillée millefeuille Pissenlit Plantain lancéolé Plantain majeur
Espèces de qualité fourragère médiocre		
Brachypode penné Brome dressé Brise intermédiaire Brome mou Canche cespiteuse Crételle Fétuque ovine Flouve odorante Glycérie flottante Houlque molle Nard raide Orge faux seigle Pâturin annuel	Bugrana	Grandes diversités peu ou non consommées

Il est également important d'étudier la présence de certaines plantes indésirables (végétation à faible valeur fourragère ou très envahissante, ou à fort pouvoir de colonisation) (tableau 3). Ces indésirables, et en particulier les espèces ligneuses, pourraient compromettre l'idée même d'un contrôle de la végétation par le pâturage. En effet, les animaux peuvent, dans une certaine mesure, limiter l'expansion d'une végétation lignifiée, mais parviennent beaucoup plus difficilement à la faire régresser (exemples de zones très embroussaillées en ronces, fougères, buis, ajoncs, prunelliers...).

EN PRATIQUE

L'étude des espèces végétales présentes ne doit pas nécessairement être exhaustive.

L'objectif est d'établir :

- le pourcentage de bonnes espèces fourragères, d'espèces au potentiel fourager moyen et d'espèces au potentiel fourager médiocre.
- le pourcentage de sol nu ou de mousse.
- la présence de plantes indésirables (tableau 3), grimpantes, arbustives, toxiques.

Évaluer le potentiel agronomique du sol

L'estimation du potentiel agronomique du sol est une information complémentaire intéressante. Les indicateurs pour le qualifier sont la profondeur du sol et sa composition granulométrique (texture du sol). Ces deux informations permettent un calcul de la réserve utile en eau du sol, soit la quantité d'eau que le sol peut absorber et restituer à la plante. A ces informations principales, on peut ajouter le taux de matière organique du sol et la capacité d'échange cationique. Ces indicateurs expriment respectivement la quantité de carbone du sol et sa capacité à retenir les nutriments.

EN PRATIQUE

La réalisation d'une analyse de sol permet l'évaluation du potentiel agronomique du terrain.

En parallèle, des cartes pédologiques locales peuvent apporter une analyse préliminaire sur le potentiel agronomique des sols. De même le retour d'expérience de l'éleveur ou de l'agriculteur sur la qualité de ses sols est une aide précieuse à ne pas négliger. La connaissance de l'historique de fertilisation et d'amendement est enfin un élément important qui peut expliquer l'état de la végétation et une partie de la fertilité du sol.

TABLEAU 3 :
LISTE NON EXHAUSTIVE DES ESPÈCES INDÉSIRABLES
POUVENT CONCURRENCER LES ESPÈCES FOURRAGÈRES

Strate arbustive	Strate herbacée
Buis	Chardons
Cistes	Gaillet
Fougères	Géranium
Genévrier	Marguerite
Ajoncs*	Mauves
Certains genêts (scorpion, purgatif...)*	Pâquerette
Prunelliers*	Orties
Ronces*	Piloselle
	Porcelle
*Ces espèces peuvent être contenues par des caprins habitués à « débroussailler » ou si la gestion du pâturage est serrée et adaptée avec une circulation possible des animaux. Dans ces cas, il faut impérativement réaliser un diagnostic préalable.	Potentille
	Renoncules
	Rumex
	Sénecons

Photo 49 : Couvert prairial sur une centrale agrivoltaïque du Tarn (© Idèle)



Photo 50 : Buisson de buis non consommé par les brebis dans une centrale photovoltaïque du Gard (© Idèle)

À SAVOIR !

Au-delà de la qualité intrinsèque de la végétation présente avant construction, le chantier d'implantation d'une centrale photovoltaïque au sol dégrade-t-il le couvert végétal initial ?

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

- 1) Aménagement éventuel des accès ;
- 2) Préparation éventuelle du terrain (niveling et terrassement) ;
- 3) Pose des clôtures, des portails et des moyens de surveillance pour sécuriser le chantier ;
- 4) Pose des fondations des modules (pieux battus dans le sol ou fondations plus lourdes en semelle de béton en fonction du type d'infrastructure et de la qualité géotechnique du terrain) ;
- 5) Réalisation de tranchées pour l'enfouissement des câbles ;
- 6) Montage des supports des modules photovoltaïques ;
- 7) Pose des modules sur les supports ;
- 8) Installation et raccordement des équipements électriques (onduleurs, transformateurs, poste de livraison) ;
- 9) Essais de fonctionnement.

Les différentes phases de construction de la centrale nécessitent le passage d'engins qui peuvent entraîner ponctuellement la création d'ornières temporaires et générer un tassement du sol dans les zones de passage répété. De plus, les travaux d'installation sur le sol peuvent s'accompagner de terrassements pour aplaniir les surfaces et de bouleversements liés aux tranchées et ancrages des structures. Les sociétés gestionnaires essayent de limiter ces bouleversements en canalisant la circulation des engins sur des voies dédiées et en positionnant les tranchées sur le trajet des pistes internes.

Les retours d'expériences sur l'impact de la construction de centrales photovoltaïques au sol sur le couvert végétal restent tout de même contrastés, entre faible impact sur la végétation initiale et détérioration importante du couvert, les impacts dépendant des situations particulières et des conditions de chantier de chaque parc.



Photos 51 à 55 : Chantiers de construction d'une centrale photovoltaïque (© Neoen, © Idele, © science-in-hd/Unsplash)

METTRE EN PLACE UNE STRATÉGIE DE GESTION DU COUVERT EN FONCTION DU DIAGNOSTIC AGRONOMIQUE INITIAL

La stratégie de gestion du couvert végétal doit prendre en compte les enjeux liés aux activités d'élevage et de production d'électricité photovoltaïque, c'est-à-dire garantir une ressource herbagère qualitative et abondante dans le temps et l'espace pour le troupeau, et limiter raisonnablement les contraintes sur le fonctionnement de la centrale en vue notamment d'éviter les ombrages portés sur les panneaux qui pourraient engendrer des pertes de production électrique.

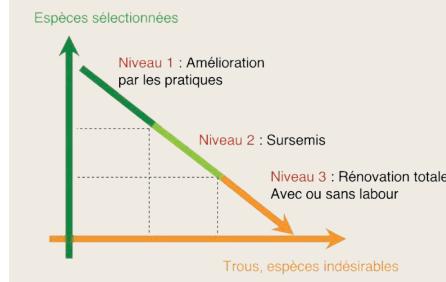
Selon les conditions pédoclimatiques et les résultats du diagnostic agronomique évaluant le potentiel fourrager du couvert végétal initial, plusieurs stratégies de gestion sont possibles.

- **Dans les zones avec des conditions pédoclimatiques difficiles**, où les espèces classées « de qualité médiocre » sont dominantes (recouvrement de 80 à 100 %), il est préférable de garder l'équilibre de la prairie naturelle en place, même si sa valeur est faible, et d'ajuster les besoins des animaux à la ressource disponible (pas de soucis par exemple pour des ovins allaitants à l'entretien).

- **Dans les zones avec des conditions pédoclimatiques plus favorables**, deux scénarios de gestion sont possibles : maintenir la végétation initiale et l'enrichir grâce à un sursemis ou réensemencer totalement la surface du parc photovoltaïque (figure 3). La stratégie de gestion doit dans tous les cas s'accorder aux enjeux présents sur le site, en particulier aux enjeux environnement-biodiversité mis en lumière en phase d'instruction des projets.

Dans tous les cas, quel que soit le scénario choisi, il est conseillé, dans la mesure du possible en fonction des enjeux environnementaux, de procéder à l'élimination des plantes vivaces indésirables (tableau 3 p 49) avant toute intervention sur le couvert végétal.

FIGURE 3 :
LA COMPOSITION DE LA PRAIRIE RENSEIGNE SUR SON ÉTAT ET LE TYPE D'ACTION À ENTREPRENDRE POUR L'AMÉLIORER (SOURCE : GUIDE POUR UN DIAGNOSTIC PRAIRIAL, 2009)



Scénario 1 : maintien du couvert initial et sursemis

Si le diagnostic agronomique révèle une bonne qualité de couvert végétal initial (prairie en bon état, avec plus de 50 % d'espèces classées « bonnes fourragères »), alors sa conservation est conseillée. Un sursemis local est toutefois fortement préconisé après l'installation des tables. Le sursemis est une opération où la prairie initialement en place est conservée et seul un passage de semoir est pratiqué pour regarnir les zones de sol nu et où la prairie est peu dense ou dégradée. La stratégie du sursemis ne peut être mobilisée que dans des conditions spécifiques, avec des mélanges de semences au pouvoir de colonisation rapide. Au-delà de la restauration du couvert végétal, le sursemis permet aussi de limiter la concurrence d'espèces indésirables qui réduiraient la production électrique du fait de leur ombrage, et l'appétence du fourrage.

EN PRATIQUE

Si le couvert végétal initial est en bon état, avec plus de 50 % d'espèces classées « bonnes fourragères », alors sa conservation est conseillée, avec un sursemis éventuel sur les zones dégradées.

Quelques conseils pour réussir l'opération de sursemis :

- Choisir des espèces agressives (tableau 4). Les espèces semées pour regarnir les zones dégradées du couvert initial doivent être sélectionnées en fonction de leur vitesse d'implantation et de leur degré d'agressivité vis-à-vis des autres espèces. Parmi les espèces disponibles en semences fourragères pour le pâturage, les ray-grass anglais et trèfles blancs seront les plus indiqués pour le sursemis.
- Intervenir sur une végétation la plus rase possible pour qu'un maximum de lumière arrive au sol.
- Intervenir sur un sol ouvert, préparé et avec des conditions favorables à la germination (sol réchauffé, friable et légèrement humide).
- Veiller à ne pas trop enfouir les graines. La profondeur idéale est de 1 cm.
- Bien rappuyer le sol par roulage après le sursemis pour favoriser le contact terre / semence.

TABLEAU 4 :
LISTE DES ESPÈCES FOURRAGÈRES PLUS OU MOINS ADAPTÉES POUR DES SURSEMIS EN CONDITION DE FAUCHE OU DE PÂTURAGE

Les espèces les plus agressives doivent être utilisées en priorité

Utilisation	Agressivité	Graminées	Légumineuses
Fauche/ Pâturage	+++	Ray-grass italien	
		Ray-grass hybride	
Fauche/ Pâturage	++	Brome	Trèfle violet
		<i>Festulolium</i>	
Pâturage	+	Ray-grass anglais	Trèfle blanc
Pâturage	-	Fétuque élevée	
		Dactyle	
Pâturage	--	Fétuque des prés	
Pâturage	---	Fléole	

Scénario 2 : réensemencement total de la surface

Intégrer l'étape d'implantation de la prairie bien en amont dans la chronologie du projet

En général, si le diagnostic agronomique révèle un état médiocre du couvert initial : faible recouvrement du tapis herbacé, présence importante de trous et d'espèces indésirables (> 20-30 % du recouvrement). Alors, un réensemencement total de la surface est conseillé avant la construction de la centrale photovoltaïque au sol.

EN PRATIQUE

Sachant qu'une prairie a besoin d'environ un an pour s'implanter et s'enraciner correctement, il est nécessaire que cette phase de réimplantation de prairie soit prévue par le gestionnaire dans la chronologie du projet, au moins un an avant la construction du parc.

À SAVOIR !

Quand prévoir la réalisation du semis de prairie par rapport au chantier d'implantation de la centrale ?

Les premières expériences (Armstrong et al, 2016) ont montré qu'un semis de prairie moins d'un an avant l'implantation d'un parc photovoltaïque n'est pas concluant en terme de densité du couvert. Dans cette situation où l'implantation de la prairie se fait moins d'un an avant la construction de la centrale, un sursemis post-installation est nécessaire pour atteindre la qualité attendue et concurrencer les espèces envahissantes.

À NOTER !

Les premières expériences montrent qu'une période d'environ 3 ans est nécessaire pour le développement d'un couvert herbacé homogène propice à un entretien quasi exclusif par les ovins. Il peut ainsi être opportun d'adapter le chargement en conséquence sur les premières années. Par ailleurs, que ce soit après un sursemis ou après le réensemencement d'une prairie, il peut être parfois nécessaire de faire ultérieurement des sursemis après des épisodes de sécheresse ou de canicule exceptionnelle.

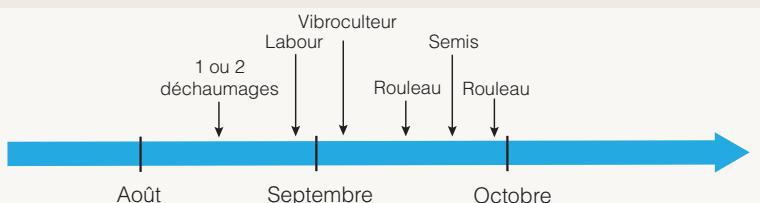
Concernant l'itinéraire technique de l'implantation de la prairie, les opérations réalisées vont différer selon que le sol soit superficiel ou sans contrainte particulière, faisant intervenir ou non un labour (figure 4). Dans tous les cas, un travail superficiel du sol doit quand même être opéré en amont du semis afin de créer suffisamment de terre fine pour faciliter la germination de la prairie ensemencée.



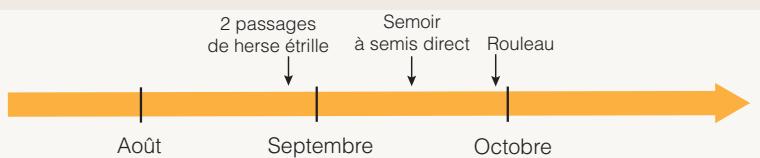
Photo 56 : Prairie semée dans un parc photovoltaïque
(© E. Mortelmans)

FIGURE 4 :
ITINÉRAIRE TECHNIQUE DÉCRIVANT LES ÉTAPES D'UN SEMIS DE PRAIRIE À L'AUTOMNE

Rénovation totale (sol sans contrainte particulière)



Rénovation sans labour (dans certains cas de sols superficiels)



Sélectionner des semences fourragères adaptées à la co-activité élevage – production d'électricité photovoltaïque

Dans le cas d'un parc photovoltaïque, les prairies sont presque exclusivement destinées au pâturage et peu destinées à la fauche. Le mélange de semences doit donc être réfléchi pour répondre à cette utilisation. La diversité spécifique des prairies est un levier pour valoriser davantage les surfaces et augmenter les performances zootechniques (Delagarde, 2014). C'est pourquoi l'utilisation de mélanges prairiaux multi-espèces (au moins trois espèces) est recommandée. Bien qu'il n'existe pas d'espèces fourragères sélectionnées pour se développer dans des conditions ombragées, les plantes fourragères sont assez versatiles et certaines espèces s'y adaptent très bien.

- **Les graminées sont les espèces fourragères les mieux adaptées à l'ombre.** Toutefois, au vu des connaissances acquises sur ces espèces, l'ombrage généré par les panneaux photovoltaïques va probablement privilégier le développement de graminées à port gazonnant ou stolonifère. Les stolons donnent en effet la capacité aux plantes de recoloniser plus facilement des espaces sans végétation et de survivre aux sécheresses grâce à leur organe de réserve.

- **Les légumineuses,** qui sont bénéfiques à la prairie car autonomes en azote, riches en protéines et souvent très mellifères, se propageront surtout en situation ensoleillée et se plairont ainsi sans doute mieux dans les allées.

- **Concernant les plantes diverses**, le plantain est ajouté dans les mélanges car il est facilement consommé par les ruminants et a une capacité naturelle de réensemencement. Les plantes diverses ont par ailleurs un intérêt environnemental certain (mellifère entre autres).

EN PRATIQUE

Il est recommandé de privilégier des mélanges prairiaux multi-espèces pour valoriser au mieux les surfaces et augmenter les performances zootechniques (tableau 5).

À SAVOIR !

Aux Etats-Unis, des semenciers commercialisent des mélanges fourragers dédiés à la végétalisation des parcs photovoltaïques avec pâturage d'ovins. Les mélanges commercialisés ont pour objectifs de minimiser la concurrence avec les panneaux photovoltaïques, fournir un pâturage adapté à des ovins en production, améliorer la santé du sol et la biodiversité au profit des pollinisateurs et de la vie sauvage. Il n'existe pas à ce jour en France de proposition commerciale pour ce type de produit adapté à cet usage. Il serait opportun de mener une recherche pour proposer des mélanges adaptés aux conditions des parcs photovoltaïques en France.



Photo 57 : Centrale photovoltaïque de Sainte-Agathe La Bouteresse (© Idele, centrale gérée par Neoen)



Photo 58 : Couvert végétal sur la centrale de Bioule (© Idele, centrale gérée par Neoen)

TABLEAU 5 :
COMPOSITION DES MÉLANGES PRAIRIAUX MULTI-ESPÈCES PRÉCONISÉS EN FONCTION DES CARACTÉRISTIQUES DU SOL (DOSES DE SEMIS INDICUÉES EN KG/HA)

Espèces fourragères		Caractéristiques du sol			
		Alternance hydrique	Hydromorphe	Séchant	Sain et profond
Graminées	Dactyle	-	-	5	-
	Fétuque des prés	-	5	-	4
	Fétuque élevée	9	-	8	-
	Fléole des prés	-	3	-	-
	Ray-grass intermédiaire	6	-	4	-
	Ray-grass anglais tardif	-	8	-	13
	Pâturin des prés	3	3	3	3
Légumineuses	Lotier	3	3	3	-
	Trèfle blanc	3	3	3	4
	Trèfle hybride	3	3	-	3
Diverses	Plantain	1	1	1	1
	Total (kg/ha)	28	28	27	28

SUIVI DE L'ÉTAT DE LA VÉGÉTATION

Quelle que soit la stratégie de gestion mise en œuvre, il est important de prévoir un suivi régulier de la végétation du parc photovoltaïque.

Il peut ainsi être intéressant de prévoir une visite de l'éleveur avec le gestionnaire de la centrale au printemps, tous les ans (sur le début), puis tous les 3-4 ans ensuite, afin de faire le point sur l'état de la végétation du parc. Cette rencontre de l'éleveur et du gestionnaire sur le parc est l'occasion de faire le bilan de la campagne précédente, de partager les constats sur

l'évolution de la végétation (baisse ou augmentation de la ressource, apparition de trous, d'espèces indésirables, etc.), de voir si le pâturage effectué correspond aux attentes de l'éleveur et du gestionnaire, et d'étudier les éventuels besoins de travaux de sursemis ou d'autres travaux à effectuer.

EN PRATIQUE

Il est recommandé d'organiser un suivi régulier de la végétation, notamment au travers de visites communes de la centrale par l'éleveur et le gestionnaire, au printemps.



Photo 59 : Centrale agrivoltaïque de Bioule (© Idele, centrale gérée par Neoen)



Ovins pâtrant dans une centrale agrivoltaïque
(© TSE)

Choisir un système de pâturage adapté aux objectifs et aux contraintes de l'éleveur et du gestionnaire

Le pâturage de ruminants en centrale photovoltaïque peut s'organiser de différentes façons en fonction de la surface du parc, de la taille du lot d'animaux et de la période à laquelle le pâturage a lieu.

Chaque technique de pâturage présente des avantages et des inconvénients pour l'éleveur et la société gestionnaire. L'enjeu est de choisir la technique de pâturage la plus adaptée aux objectifs et contraintes de chacun des acteurs. Cette partie propose des repères pour l'organisation spatiale et temporelle du pâturage.

CHOIX DES ANIMAUX PÂTURANT EN CENTRALE PHOTOVOLTAÏQUE

À l'heure actuelle, en France, les expériences de pâturage en centrale photovoltaïque concernent essentiellement des ovins allaitants.

Des projets d'expérimentation sont en cours de montage concernant les bovins. A priori, la pratique est compatible avec l'élevage de différents types de ruminants (photos 60 et 61), sous couvert d'aménagements et adaptations liés à la circulation et au confort des animaux (cf. partie 1). Le faible nombre d'expériences de pâturage en parc photovoltaïque en France ne permet pas aujourd'hui de cibler une race particulièrement adaptée à la pratique.

Tous les lots de ruminants peuvent, a priori, être conduits en pâturage en centrale photovoltaïque : femelles vides, femelles gestantes, femelles allaitantes, jeunes... Attention cependant en période de lutte, sous panneaux photovoltaïques, les animaux, surtout les mâles et les jeunes femelles, peuvent éventuellement endommager les équipements.

La question de la présence d'animaux à cornes peut également se poser en raison de possible dommages sur les équipements.

LES DIFFÉRENTES TECHNIQUES DE PÂTURAGE

L'organisation du pâturage peut revêtir de multiples formes correspondant à des techniques assez différentes (figure 5), mais qui peuvent conceptuellement être regroupées en deux familles : le pâturage tournant (le troupeau tourne sur plusieurs parcelles de pâturage) et le pâturage continu (le troupeau n'exploite qu'une ou deux parcelles pendant plusieurs mois).

Concernant la situation d'entretien d'une centrale photovoltaïque au sol par le

pâturage, chaque famille de techniques implique des avantages et contraintes différentes pour l'éleveur comme pour le gestionnaire. L'enjeu du choix d'un mode de pâturage réside dans le fait de choisir la technique la plus adaptée aux objectifs, attentes et contraintes de chaque partie prenante. Trois variantes de ces modes de pâturage sont ici détaillées au travers de leurs critères techniques, atouts et contraintes : le pâturage tournant dynamique (autrement appelé technopâturage ou pâturage cellulaire), le pâturage tournant classique et le pâturage continu (ou pâturage libre).

FIGURE 5 : LES DIFFÉRENTES VARIANTES DES SYSTÈMES DE PÂTRAGE TOURNANT ET CONTINU (SOURCE : GUIDE POUR UN DIAGNOSTIC PRAIRIAL, 2009)

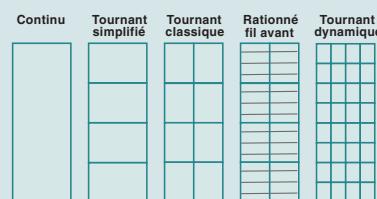


Photo 60 : Brebis au pâturage dans la centrale agrivoltaïque du Canadel (© Voltalia)



Photo 61 : Chevaux au pâturage dans une centrale photovoltaïque portugaise (© Voltalia)

Le pâturage tournant dynamique

Principes de base

Le pâturage tournant dynamique (autrement appelé techno-pâturage ou pâturage cellulaire) est basé sur le principe d'une rotation du troupeau avec un chargement instantané très élevé, sur des surfaces avec un temps de présence par parcelle très court. Cette technique repose sur l'idée qu'en augmentant la pression de pâturage *via* le chargement instantané, c'est-à-dire le nombre d'animaux présents pendant une journée sur une parcelle donnée, la ressource est mieux valorisée par le troupeau.

À SAVOIR !

Au printemps, le pâturage tournant dynamique associant chargement élevé et rotations rapides limite le gaspillage de l'herbe et permet de bien valoriser la ressource disponible. On a donc toujours intérêt à faire pâturer de l'herbe courte.

Équipements nécessaires

Les parcelles sont divisées à l'aide d'une clôture électrique temporaire pour créer des parcelles plus petites appelées cellules de pâturage (figure 6). À l'aide de la technique dite « de fil avant – fil arrière », le troupeau est ainsi encadré par une clôture électrique sur une surface qui fournit sa ration en herbe pour quelques jours. Il existe des équipements spécifiques pour façonner rapidement les

cellules de pâturage à la forme et taille souhaitées. Le quad permet de placer et enlever les clôtures mobiles rapidement et de surveiller les troupeaux. Il est un outil indispensable qui facilite le travail de l'éleveur tout en diminuant la pénibilité.

L'objectif de cette organisation spatiale est de fournir l'alimentation et l'eau d'abreuvement du troupeau pour 1 à 3 jours dans chaque cellule. L'éleveur doit faire varier la taille des cellules et le temps de présence des animaux pour faire coïncider les besoins des animaux à la quantité d'herbe disponible.

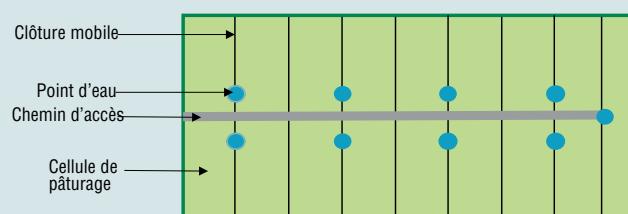
Résultats attendus

Dans cette configuration de pâturage, les animaux trient moins la végétation (ce qui préserve la qualité de la flore) et deviennent de vraies tondeuses, limitant le recours à l'entretien mécanique. L'augmentation du nombre d'animaux sur les prairies permet une meilleure répartition des déjections animales ce qui améliore la fertilité du sol et la production du couvert végétal.

Enfin, le troupeau étant plus régulièrement en contact avec l'éleveur par les changements fréquents de cellules, les animaux deviennent plus dociles.

Il est important de noter que cette technique de pâturage implique la pose de nombreuses clôtures et impose à l'éleveur une grande disponibilité et une astreinte pour les changements très fréquents de cellules de pâturage.

FIGURE 6 :
REPRÉSENTATION SIMPLIFIÉE DU PARCELLAIRE EN PÂTURAGE TOURNANT DYNAMIQUE
(SOURCE : LERAY ET AL., 2017)

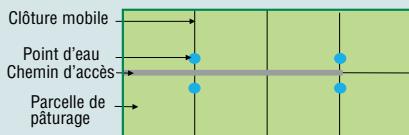


Le pâturage tournant classique

Principes de base

Le pâturage tournant classique consiste à mettre en place un circuit de pâturage de 5 à 10 parcelles où le troupeau reste entre 3 et 5 jours par parcelle (Figure 7). Le temps de repousse permet de faire du stock d'herbe sur pied qui sera bénéfique à la pérennité de la prairie et apportera de la souplesse à l'éleveur dans l'utilisation des pâturages lorsque la croissance des prairies diminue. La taille des parcelles dépend du nombre d'animaux présents et de la quantité de fourrage distribué en complément. Avec cette technique, l'organisation du pâturage peut être calculée en fonction de la vitesse de rotation souhaitée par l'éleveur, selon ses contraintes et sa disponibilité.

FIGURE 7 :
REPRÉSENTATION SIMPLIFIÉE DU PARCELLAIRE
EN PÂTURAGE TOURNANT CLASSIQUE
(SOURCE : LERAY ET AL., 2017)



Équipements nécessaires

Le pâturage tournant classique nécessite moins de clôtures que la variante de pâturage tournant dynamique. En ovin, les éleveurs utilisent des filets électriques pour cloisonner leurs parcelles. Le rythme de rotation des cellules de pâturage étant plus lent, le travail d'astreinte pour l'éleveur est également plus léger. Pour garantir une efficacité de ce mode de pâturage sur l'entretien de la végétation, il faut assurer une pression de pâturage sévère en respectant des repères de sortie de parcelle (3 à 6 cm selon la saison).

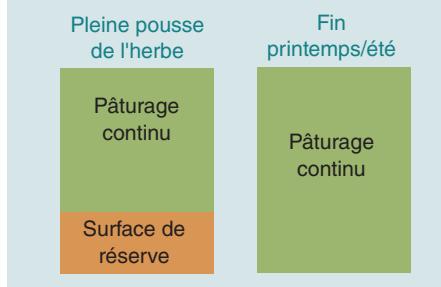
Le pâturage continu

Principes de base

Le pâturage continu, ou pâturage libre, consiste à donner accès à l'ensemble du parc au troupeau sur un long temps de

séjour (Figure 8). Le principe est que les animaux prélèvent ce dont ils ont besoin de la mise à l'herbe jusqu'au moment où la ressource vient à manquer. C'est la hauteur d'herbe plutôt que la notion de stock qui permet de gérer ce système de pâturage. Ce système est idéal si le climat est arrosé et la croissance de l'herbe stable sur une longue période... ce qui est plutôt rare. Il est habituel de voir des petits troupeaux pratiquer ce genre de pâturage car ils restent sur la parcelle pendant la majorité de la saison de pâturage, simplifiant le travail pour l'éleveur.

FIGURE 8 :
REPRÉSENTATION SIMPLIFIÉE DU PARCELLAIRE EN
PÂTURAGE LIBRE (SOURCE : LERAY ET AL., 2017)



Limite de cette technique de pâturage

Le pâturage continu est adapté aux animaux avec de faibles besoins alimentaires. En effet, l'absence de gestion et le faible nombre d'animaux entraînent souvent un vieillissement prématûr de l'herbe et la chute de sa qualité alimentaire. Le pâturage continu est ainsi déconseillé dans les situations de recherche de performances élevées pour un lot d'animaux. De plus, ce type de pâturage entraîne une forte sélection par les animaux, soit l'apparition de zones sur-pâturées et non pâturées, ce qui a des effets sur l'offre d'herbe en quantité et en qualité. Les zones sous-pâturées sont notamment propices au développement d'arbres et arbustes nécessitant le recours au désherbage mécanique.

Équipements nécessaires

Dans cette configuration, l'organisation spatiale ne nécessite pas de clôtures

supplémentaires et repose uniquement sur les clôtures extérieures du parc photovoltaïque. Le travail d'astreinte de la gestion du pâturage en est ainsi simplifié. Une clôture électrique peut éventuellement être utilisée pour diviser le parc en deux zones permettant d'avoir une réserve d'herbe à pâturez lorsque la croissance des prairies diminue en fin de printemps. Seule l'organisation de l'eau d'abreuvement reste importante pour assurer les besoins en eau des animaux et favoriser une bonne prospection de l'ensemble du parc.

EN PRATIQUE

De très nombreux travaux de recherche/développement ont montré chez tous les ruminants que si le chargement est bien adapté, il n'y a quasiment pas d'effet du système de pâturage sur les performances du système, que l'on raisonne à l'animal ou à l'hectare. Quel que soit le système, la clé de réussite du pâturage réside dans la mise en place d'un chargement adapté et dans l'anticipation des décisions.

La maîtrise du pâturage, y compris en parc photovoltaïque, ne se limite pas au choix du système de pâturage. Il importe en permanence d'adapter ses pratiques afin d'assurer l'équilibre entre l'offre alimentaire associée à la croissance de la prairie et la demande alimentaire associée aux besoins des animaux et aux pratiques de complémentation.

Le pâturage tournant dynamique semble de prime abord être la technique la plus adaptée pour les projets photovoltaïques. C'est en effet la technique qui permet idéalement de répondre au souhait d'entretenir les parcs quasi exclusivement par le pâturage de ruminants. Cependant, la technique impose des contraintes importantes en termes d'organisation spatiale des infrastructures photovoltaïques et elle génère un travail d'astreinte important pour l'éleveur et pour les opérateurs de maintenance du parc. De plus, cette technique est encore peu adoptée dans les élevages. Une alternative satisfaisante peut donc être la gestion en pâturage tournant classique, pratique plus courante dans les élevages, permettant de bons résultats sur la gestion de la prairie et présentant plus de souplesse dans l'organisation. C'est d'ailleurs la technique la plus couramment rencontrée dans les centrales agrivoltaïques déjà en activité.

En cas d'adoption de la technique de pâturage tournant dynamique comme mode de gestion d'une centrale photovoltaïque, les éleveurs sont invités à suivre une formation sur cette technique de pâturage.

L'ORGANISATION SPATIALE ET TEMPORELLE D'UN PÂTURAGE TOURNANT EN CENTRALE PHOTOVOLTAÏQUE

Aménagement de la centrale photovoltaïque en cellules de pâturage

Le découpage de la centrale photovoltaïque en un parcellaire bien organisé optimise l'utilisation de la ressource fourragère, tant du point de vue des performances animales que de la production de l'herbe. Une bonne organisation permet en outre de fluidifier les transferts d'animaux et rend les déplacements plus faciles.

Conseils relatifs à l'organisation du parcellaire

- Tenir compte du temps de travail pour la finesse de découpe : à quelle fréquence est-il acceptable de changer de parcelle en fonction de la distance entre la centrale photovoltaïque et le siège d'exploitation ?
- Ajuster et rendre les installations les plus pratiques possibles : portes, poignées, enrouleurs, passages d'homme, etc.
- Prévoir davantage de clôtures et de portes que dans une prairie classique pour laisser un passage au gestionnaire de la centrale.
- Utiliser des auxiliaires de travail : VTT, quad, chien de troupeau.
- En amont de tout découpage, bien définir et calibrer le chargement animal.
- Tenir compte des caractéristiques de la centrale photovoltaïque (pentes, zones humides, etc.) dans le découpage et la conduite du troupeau.
- Limiter la taille des parcelles pour éviter que les animaux y restent plus d'une semaine.
- Avoir des cellules de pâturage homogènes pour éviter les tris de végétation : séparer les zones hautes et basses, isoler une zone avec une végétation différente.
- Avoir des cellules de pâturage de forme proche du carré.
- S'assurer que le découpage ne laisse aucune zone en défens ou inaccessible aux animaux.
- Enfin, il peut être intéressant de se faire accompagner en faisant appel à un œil extérieur pour planifier l'organisation du pâturage dans le parc photovoltaïque.

Conseils relatifs au réseau d'eau et aux clôtures

- Prévoir 1 point d'eau minimum par parcelle de pâturage, si possible loin de l'entrée.
- Calibrer le réseau d'eau pour fournir un débit suffisant dans chaque parcelle.
- Valoriser les éléments existants dans le parc photovoltaïque (clôtures fixes, chemins d'accès, rangs entre les panneaux...) pour organiser les parcelles.
- S'appuyer sur les clôtures fixes du pourtour du parc photovoltaïque pour dessiner les parcelles.
- Pour les clôtures mobiles, prévoir des fils électroplastiques ou des filets.
- Veiller à ce que l'électrificateur fournisse 3000 V en tout point.
- Implanter de solides piquets d'angle.
- Penser aux passages d'hommes, notamment afin de faciliter le passage pour les personnes assurant la maintenance du parc.

À SAVOIR !

L'application HappyGrass, une aide possible pour la gestion du parcellaire



Le module « Parcelles » de l'application HappyGrass permet de cartographier les parcelles de pâturage et de positionner sur la carte les chemins et points d'intérêt (points d'eau par exemple), fournant ainsi une aide à la gestion du parcellaire.

Repères théoriques pour l'organisation du planning de pâturage tournant en centrale photovoltaïque

Au-delà du choix de la technique de pâturage, il est important de rappeler quelques notions théoriques permettant de piloter la conduite d'un pâturage tournant en centrale photovoltaïque, en optimisant la ressource en fonction des conditions climatiques de la saison.

Surveiller l'évolution de la pousse de l'herbe grâce aux sommes de températures

Le cycle de production des graminées commence avec une première phase végétative durant laquelle l'accumulation de matière sèche se fait par tallage et production de feuilles. Cette phase est suivie d'une phase reproductive, la montaison, durant laquelle l'accumulation de matière sèche se fait par l'allongement de la tige au fur et à mesure que l'épi monte dans la gaine. Cette pousse reproductive a lieu au cours du printemps. Si l'épi est sectionné (étêtage), les repousses suivantes sont alors feuillues.

L'INRAE de Toulouse a montré qu'il existe une relation directe entre les stades phénologiques et les sommes de températures, ou degrés jours (tableau 6). Cette relation permet la modélisation des différents stades de développement des graminées et permet surtout de les anticiper pour adapter le pâturage. Le pilotage du pâturage se fait ainsi sur l'indicateur des degrés jours mesurés au plus proche de la zone concernée.

TABLEAU 6 :
REPÈRES DE DÉVELOPPEMENT DE QUELQUES GRAMINÉES EN FONCTION DES DEGRÉS-JOURS
(SOURCE : GUIDE DU PÂTURAGE LIMOUSIN, 2011)

	Départ de végétation	Épi 5 cm	Épi 20 cm	Épiaison	Floraison
Ray-grass	250°C	500°C	700°C	1 000°C	1 200°C
Dactyle	300°C	600°C	800°C	1 100°C	1 300°C
Fétuque rouge	350°C	700°C	900°C	1 400°C	1 600°C

À SAVOIR !

Qu'est-ce que les degrés-jours (ou cumul de températures) ?

Les informations des stations automatiques de Météo France sont utilisées pour calculer les degrés-jours (autrement appelés somme ou cumul des températures). Le principe est que, à partir du 1^{er} février, la moyenne des températures minimales et maximales est calculée chaque jour (sur 24h). Si cette moyenne est < 0°C, le cumul de températures de cette journée est nul. Si la moyenne est dans la fourchette [0-18°C], la moyenne vient s'ajouter au cumul de températures calculé la veille. Au-delà, si la moyenne est supérieure à 18°C, le cumul journalier reste plafonné à 18°C (voir exemple du tableau 7). L'information des degrés-jours est disponible sur une grande partie du territoire car la mesure s'appuie sur le maillage dense des stations de Météo France. L'information du suivi des degrés-jours est en général disponible auprès des Chambres d'agriculture locales.

TABLEAU 7 :
EXEMPLE DE CALCUL DES DEGRÉS-JOURS SUR LA STATION MÉTÉO D'AUBUSSON EN 2011 (DONNÉES MÉTÉO FRANCE, EXPRIMÉES EN DEGRÉS CELSIUS °C) (SOURCE : GUIDE DU PÂTURAGE LIMOUSIN, 2011)

	T°C Mni	T°C Maxi	Moyenne	0 < Moy. < 18	Cumul
1 ^{er} février	-4.6	-2.9	-3.75	0	0
2 février	-5.8	1.9	-1.95	0	0
3 février	0.3	7.9	4.1	4.1	4.1
4 février	1.3	8.4	4.85	4.85	8.95

L'enjeu principal du pâturage de printemps : gérer l'épiaison des graminées

La conduite en pâturage tournant se gère en cycles afin d'offrir de l'herbe au bon stade, d'optimiser la pousse de l'herbe durant la saison de pâturage, de gérer les excédents et préserver et améliorer le couvert végétal. Pour une gestion optimale du pâturage, il est primordial de maîtriser le 1^{er} cycle de l'exploitation de l'herbe car il conditionne la réussite de la campagne. L'enjeu principal est de procéder à l'étage des graminées lors du 1^{er} cycle de pâturage, afin que les repousses ultérieures soient feuillues. En effet, les plantes épées sont moins appréciées des ruminants qui auront tendance à sélectionner d'autres ressources pour leur alimentation. Ces refus des plantes

épées forment alors des touffes qui, si elles restent en l'état, peuvent abriter des semis spontanés de plantes lignifiées (ronces, arbustes, arbres), ce qui à terme dégrade la qualité du couvert végétal et peut gêner la production photovoltaïque. L'un des objectifs de l'agrivoltaïsme étant que l'entretien du parc se fasse quasi exclusivement par la dent de l'animal, il est donc fondamental que l'étage des graminées soit assuré sur toute la surface du parc photovoltaïque.

Repères de pilotage d'un pâturage tournant sur la base des cumuls de températures

Un démarrage précoce du pâturage

Un pâturage précoce (entre 250 et 350 degrés jours) permet d'une part de bénéficier d'un fourrage de haute qualité, et d'autre part de retarder la phénologie des plantes et décaler ainsi un peu l'épiaison. Démarrer précocement le pâturage permet de finir le 1^{er} cycle de pâturage au bon stade. Le début du pâturage commence dès que l'herbe croît et qu'il y a un peu de stock d'herbe d'avance.

Finir le 1^{er} cycle de pâturage avant l'épiaison

L'épi peut encore être consommé par les ruminants au stade de début de montaison, lorsque qu'il se situe entre 5 et 20 cm dans la gaine de la plante. Si l'épi monte au-delà de 20 cm dans la gaine, les animaux refusent de le consommer. L'éleveur doit donc terminer le 1^{er} tour de pâturage avant que la hauteur des épis dans la dernière parcelle n'ait atteint 20 cm dans la gaine, ce qui correspond à un cumul entre 500 et 800 degrés jours selon l'espèce considérée. Les animaux sont alors remis sur les premières parcelles pâturées.

Il est à noter que les dernières parcelles pâturées au 1^{er} cycle pourront être exclues du second cycle de pâturage si leur épi a déjà été sectionné. Elles pourront ainsi être conservées en stock sur pied pour un passage plus tardif des animaux.

Finir le second cycle de pâturage avant l'épiaison des talles secondaires

Lors du second cycle de pâturage, l'objectif consiste à faire consommer un maximum d'épis des talles secondaires avant qu'ils n'atteignent 20 cm (cumul de 1150 degrés jours). La montaison des talles secondaires s'effectue plus tardivement que celle des talles principales. Le deuxième pâturage

CHIFFRES CLÉS

20-30 jours au printemps

et **40-50** jours en été

C'est le temps de retour qu'il faudrait prévoir entre deux exploitations d'une cellule par le pâturage tournant afin de faire consommer une herbe de bonne qualité, en conditions océaniques ou continentales.

3 à 4 mois

C'est le temps de retour nécessaire entre deux exploitations d'une cellule par le pâturage tournant en conditions méditerranéennes (deux passages par cellule, un au printemps et un autre en automne).

doit être rapide pour s'adapter à la pousse de l'herbe importante de cette période.

Un 3^{ème} pâturage de printemps possible
Un 3^{ème} cycle de pâturage peut s'envisager, dans des conditions dépendant du contexte pédoclimatique de la centrale photovoltaïque. Sur les sites présentant un caractère séchant, seules les premières parcelles pâturées du deuxième cycle pourront bénéficier d'un 3^{ème} tour de pâturage au printemps, les parcelles pâturées en milieu ou fin de second cycle attendant plutôt l'automne pour bénéficier de ce 3^{ème} pâturage.

Un 4^{ème} passage à l'automne

Le 4^{ème} passage sera, selon les années, de courte durée ou repoussé dans le temps. Cependant il est nécessaire pour nettoyer les parcelles des feuilles sénescentes pour favoriser une repousse de qualité au printemps.

Le pâturage hivernal possible

Selon l'année et la pousse de l'herbe un pâturage hivernal est possible et souhaitable. Il permet de valoriser l'herbe verte produite pendant cette période. En fonction du nombre d'animaux mis sur la surface (en général au-delà de 3 brebis par ha), l'affouragement sera nécessaire. Une attention particulière sera portée sur les zones de couchage qui, en période humide, peuvent fortement et durablement détériorer la prairie, notamment sous les panneaux.



Photo 62 : Centrale de Bioule (© Idele, centrale gérée par Neoen)

Une gestion du pâturage à adapter selon l'effet des modules photovoltaïques sur la ressource herbagère

La présence des modules photovoltaïques peut amener à ajuster l'organisation du pâturage selon le contexte pédoclimatique de la centrale. Ainsi les panneaux photovoltaïques ont un effet bénéfique dans un contexte très aride car ils génèrent un microclimat plus favorable à la pousse qu'en pleine exposition (étude d'*Hassanpour Adeh et al., 2018*, réalisée en Oregon). À l'inverse, les panneaux semblent pénaliser la pousse de l'herbe dans un contexte de hautes latitudes avec des températures douces et une forte hygrométrie, notamment sur la période printanière de pleine pousse de l'herbe (étude d'*Armstrong et al., 2016*, réalisée au Royaume-Uni).

EN PRATIQUE

La présence des panneaux photovoltaïques semble améliorer la ressource disponible pour les animaux en fin de printemps et sur la période estivale, la croissance de l'herbe pouvant être améliorée grâce à l'ombre protectrice. Au contraire, la pousse de l'herbe sera moins importante en début et milieu de printemps du fait de l'ombre des panneaux.

La pousse de l'herbe est aussi fortement dépendante de la météo de l'année.

Le temps de présence par parcelle devra donc être adapté en tenant compte de la ressource herbagère dans la parcelle et dans l'ensemble du parc.

Les éleveurs engagés dans des projets d'agrivoltaïsme sont invités à se faire accompagner par des conseillers ou techniciens agricoles (Chambres d'agriculture, instituts et autres organismes techniques) pour mettre en place des techniques d'élevage et de gestion du pâturage adaptées à leur contexte.



20 km et 20 minutes

C'est la distance et le temps de parcours maximal entre le siège d'exploitation et le pâturage, conseillé par les experts du projet Casdar Brebis_Link dans le cadre de partenariats de pâturage de brebis sur des surfaces additionnelles (vergers, vignes, couverts intermédiaires, céréales...).

Parc photovoltaïque de Torreilles (66) (© Neoen)

Établir les bases d'un partenariat durable entre éleveur et gestionnaire

Les projets d'agrivoltaïsme mettent en jeu des acteurs du monde agricole et des gestionnaires autour d'un couplage de leurs activités respectives.

Les modalités de ces partenariats peuvent conditionner la réussite des projets. Plusieurs points de vigilance sont à prendre en compte : objectifs et contraintes de chaque partie prenante, sensibilisation des différents intervenants aux enjeux des uns et des autres, éloignement au siège d'exploitation de l'éleveur, importance de la contractualisation...

Une fois intégrés tous les points de vigilance « techniques » concernant l'adaptation des équipements photovoltaïques et leur implantation, les équipements nécessaires à l'activité d'élevage, le couvert végétal et les modes de gestion du pâturage, il importe d'aborder les modalités de partenariat entre l'éleveur et la société gestionnaire.

PARTAGER LES OBJECTIFS ET CONTRAINTES DE CHACUN

La construction d'un partenariat durable nécessite que chaque partie prenante ait une bonne connaissance des spécificités du métier de l'autre, de ses objectifs et de ses contraintes spécifiques, ce qui évite de conclure un accord basé sur des malentendus.

Il est ainsi nécessaire que le gestionnaire de la centrale photovoltaïque et l'éleveur partagent leurs manières de travailler et expriment les résultats qu'ils attendent du partenariat ainsi que leurs craintes éventuelles, afin de vérifier si les activités peuvent être complémentaires ou si des adaptations sont envisageables. De bons résultats sont d'autant plus facilement atteignables que des objectifs précis sont établis en amont.

Concernant les contraintes des parties prenantes, la distance entre le siège de l'exploitation agricole et la centrale photovoltaïque peut, à la longue, être un facteur compromettant pour les projets d'agrivoltaïsme impliquant une co-activité avec l'élevage. Les retours d'expériences indiquent que plusieurs partenariats se sont soldés par des abandons du fait des contraintes fortes imposées par la distance entre le siège d'exploitation et le parc photovoltaïque, l'éleveur perdant trop de temps dans les déplacements. Des cas particuliers peuvent exister lorsqu'un gardien salarié ou de l'entraide sont présents à proximité de la centrale photovoltaïque.

ANALYSER LES GAINS ET LES PERTES POUR CHACUN DES PARTENAIRE

La mise en place d'une activité d'élevage dans un parc photovoltaïque peut impacter de nombreux postes, financièrement ou en temps, de façon positive ou négative, soit pour le gestionnaire soit pour l'éleveur.

Impacts liés à l'aménagement du parc pour la co-activité

- Adaptation des équipements photovoltaïques et de leurs conditions d'implantation : modification de l'architecture des infrastructures, réduction de la densité des panneaux photovoltaïques...
- Ajout d'équipements spécifiques à l'activité d'élevage : contention, affouragement, réseau d'eau pour l'abreuvement...
- Restauration du couvert végétal : achat de semences, semis, temps de travail...

Impacts liés à la pratique même de l'agrivoltaïsme

- Réduction de l'entretien mécanique du couvert végétal : carburant, temps de travail...
- Alimentation du troupeau : accès potentiel à de nouvelles surfaces de pâturage ;
- Surveillance et gestion du pâturage : surveillance quotidienne des animaux et de l'accès à l'eau, déplacement des parcs et des dispositifs d'abreuvement, déplacement du troupeau...
- Frais de fonctionnement : accès à l'eau pour le troupeau...
- Déplacements : frais et temps de trajet ;
- Financement de mesures d'accompagnement pour le maintien et le développement de l'exploitation / rémunération de la pratique du pâturage en centrale photovoltaïque pour l'éleveur ;
- Impact possible sur les aides PAC ;
- Immobilisation possible de terres arables sur une longue période ;
- Difficulté voire impossibilité de constituer des stocks fourragers sur les surfaces végétales couvertes par les panneaux photovoltaïques.

Bien qu'il existe encore peu de références technico-économiques sur la pratique, les parties prenantes sont vivement invitées à faire cet exercice d'évaluation des gains et pertes engendrées par l'agrivoltaïsme, afin de s'assurer qu'il y a bien un équilibre entre les gains et les pertes pour l'éleveur comme pour le gestionnaire, gage de durabilité du partenariat. L'exploration commune des impacts de la pratique est l'occasion pour chacun de mieux mesurer les bénéfices et les risques encourus par son partenaire. Le montant de la rémunération de l'éleveur est une variable importante à prendre en compte pour compenser des éventuelles pertes de temps et frais de l'éleveur, notamment en lien avec les déplacements sur la centrale photovoltaïque.

À SAVOIR !

Agrivoltaïsme et aides PAC : le maintien des aides semblerait lié au type de technologies photovoltaïques utilisées

Le cadre juridique traitant de l'agrivoltaïsme est aujourd'hui assez flou, avec notamment des contradictions entre le droit de l'environnement, le droit agricole et le droit de l'urbanisme. En témoignent des discussions ayant eu lieu au Sénat en décembre 2020 (Sénat, 2020). Une jurisprudence est en train de se mettre en place et il apparaît que le maintien des aides de la PAC soit dépendant du type de technologies utilisées (centrales au sol, ombrières...). En effet, il semble d'un côté que les surfaces utilisées pour les centrales photovoltaïques au sol subissent la perte des droits de la PAC (notamment des Droits à Paiement de Base (DPB)), même en situation de continuité d'activité agricole, et ne sont plus comprises dans la surface agricole utile. Au-delà de la perte des DPB, cette pratique peut également avoir une incidence sur l'ICHN (Indemnité Compensatoire de Handicap Naturel) car les surfaces ne rentrent plus dans le calcul du chargement qui donne accès à l'aide. En revanche, il n'y a pas d'impact pour les aides couplées animales, sous condition que l'agriculteur remplit les bordereaux de localisation des animaux s'ils sont dans la centrale photovoltaïque durant la période de détention obligatoire de 100 jours. A l'inverse, dans le cas de centrales photovoltaïques de type ombrières, l'étude des conditions d'éligibilité des surfaces à

la PAC semble tout de même indiquer que les surfaces agricoles concernées restent éligibles aux aides.

Le Ministère de la transition écologique et des Transports reconnaît lui-même la nécessité de mettre en place un cadre juridique clair pour l'agrivoltaïsme.

S'ENTENDRE SUR UNE RÉPARTITION ÉQUILIBRÉE DES INVESTISSEMENTS, DES TÂCHES ET DES RESPONSABILITÉS

Une répartition des investissements et des tâches bien définie en amont permet de sécuriser le partenariat, chaque partie prenante ayant connaissance de ce dont il a la responsabilité.

Les tâches attribuées à chaque partie prenante

Dans la plupart des expériences de co-activité élevage et photovoltaïsme, la société gestionnaire prend à sa charge l'aménagement du parc, la mise en place des réseaux d'abreuvement, l'achat d'équipements spécifiques à l'activité d'élevage (abreuvoirs, contention, clôtures mobiles) et la restauration initiale du couvert végétal (achat des semences) en plus de ses missions initiales d'exploitation et de maintenance de la centrale.

Les éleveurs partenaires ont la plupart du temps en charge la gestion des animaux (surveillance de l'état de santé, du bien-être animal...), du pâturage (déplacement des animaux et des clôtures mobiles) et de l'abreuvement (gestion du remplissage des abreuvoirs).

Concernant l'entretien mécanique complémentaire éventuel de la végétation non consommée par les animaux, cette tâche est la plupart du temps attribuée à l'éleveur, mais il arrive parfois que ce travail relève de la responsabilité de la société gestionnaire. Il est dans tous les cas recommandé que l'accord établi entre l'éleveur et le gestionnaire établisse une liste précise des tâches réalisées par chaque partie prenante.

Les responsabilités de chaque partie prenante

Il convient également de définir les responsabilités de chacun et les procédures pouvant découler d'un évènement perturbant la présence des animaux avant le démarrage de la co-activité, en anticipant les potentielles situations conflictuelles. Les situations à éclaircir en particulier sont les suivantes :

- dégradation des équipements photo-voltaïques par les animaux,
- incidents électriques,
- incendies,
- blessures d'animaux du fait des équipements,
- décès d'animaux dans la centrale photovoltaïque,
- non-respect des engagements en termes d'entretien de la végétation.

Il est également recommandé de prévoir les cas où des travaux de maintenance imprévus pourraient conduire à l'indisponibilité des surfaces sur une durée pouvant impacter la conduite du troupeau. Le partage des responsabilités doit se faire de la façon la plus équitable pour chaque partie.

Les éleveurs et les gestionnaires doivent s'assurer que leur assurance respective couvre la pratique de pâturage en centrale photovoltaïque.

PARTAGER UN CALENDRIER PRÉVISIONNEL DE PÂTURAGE ET D'INTERVENTIONS

Il est important que chaque partie prenante ait connaissance des interventions des uns ou des autres sur la centrale photovoltaïque.

Le calendrier de pâturage

Concernant l'activité d'élevage, la définition d'un calendrier de pâturage prévisionnel permet :

- à l'éleveur de planifier et visualiser de façon claire l'organisation du pâturage au cours de l'année (figure 9),
- au gestionnaire d'organiser les opérations de maintenance du parc photovoltaïque en respectant le travail de l'éleveur.

Le calendrier de pâturage renseigne sur le nombre d'animaux et sur la période d'utilisation de chacune des parcelles du parc photovoltaïque. De plus, il objective la performance de l'élevage sur le parc en créant un indicateur mesuré par le nombre de jours de pâturage par hectare ; chaque jour de pâturage correspondant à un animal adulte nourri.

FIGURE 9 : EXEMPLE DE CALENDRIER DE PÂTURAGE - (SOURCE : IDELE/CNIEL)

Le planning des interventions

Le gestionnaire est invité à communiquer le planning des interventions prévues sur la centrale photovoltaïque sur une année, afin que l'éleveur puisse organiser son travail en conséquence.

Si possible, le gestionnaire doit prévenir l'éleveur en cas d'intervention non programmée suite à un problème technique.

À SAVOIR !

L'application HappyGrass propose un calendrier de pâturage numérique pour organiser le pâturage sur toute la campagne.



Le module « Pâturage » d'HappyGrass propose la saisie d'un calendrier de pâturage permettant un suivi quotidien des lots d'animaux sur les parcelles et un suivi des interventions agronomiques réalisées. Le calendrier de pâturage offre une vision complète des séquences de pâturage sur des parcelles données. La capitalisation de l'enregistrement des pratiques de pâturage sur plusieurs années permet aussi une optimisation de la conduite du pâturage.



SENSIBILISER LES INTERVENANTS TECHNIQUES AUX ENJEUX DE LA PRÉSENCE D'ANIMAUX DANS LA CENTRALE

Il est important que chaque partie prenante intègre les risques et contraintes liés à chacune des activités afin de mettre en place un cadre sécurisé pour les intervenants humains comme pour les animaux.

La présence d'un troupeau d'élevage dans une centrale photovoltaïque entraîne en effet quelques précautions de sécurité vis-à-vis des infrastructures et des brebis. Il est conseillé de former les opérateurs en charge de l'entretien et de la maintenance du parc à des règles de bonne conduite en présence des animaux. Un panneau signalétique avec un code couleur à l'entrée du parc pourrait par exemple prévenir de la présence effective du troupeau sur la centrale et ainsi renforcer la vigilance de l'opérateur.

Les opérateurs doivent être particulièrement vigilants en présence de mâles en lutte ou de mères avec leurs petits. Il s'agit alors pour l'opérateur de refermer toutes portes immédiatement après leur ouverture pour limiter les risques de vagabondage des animaux. Au sein du parc, il faut veiller à ne laisser aucun objet abandonné au sol (photo 63) ou les contraindre à une zone hors de portée des brebis afin de prévenir les sources de blessures voire de mortalité.



Photos 63 : Exemple d'objet retrouvé dans un parc photovoltaïque
(© Idele)

Une démarche proactive sera demandée sur la gestion des câbles apparents à hauteur des brebis (photo 64), par exemple refaire les liens ou ajouter des grilles de protection. Il conviendra enfin d'informer les opérateurs de la présence des clôtures mobiles électriques à l'intérieur du parc.



Photos 64 : Présence de câble à 50cm de haut, risque d'endommagement de la structure sans protection (© Idele)

COMMUNIQUER, RESTER À L'ÉCOUTE, S'ADAPTER

Les partenaires doivent s'accorder un minimum de souplesse dans la mise en œuvre du cadre général fixé, pour s'adapter aux conditions du moment.

Le maintien d'un dialogue régulier reste nécessaire pour ajuster la pratique en fonction des conditions pédoclimatiques, du comportement du troupeau, de l'évolution du couvert végétal, de la ressource fourragère réellement disponible.

Si la communication entre les parties prenantes est importante, elle l'est aussi vis-à-vis de l'environnement extérieur. Le gestionnaire et l'éleveur peuvent communiquer avec différents supports (panneaux, flyers, presse...) sur la démarche d'agrivoltaïsme comme étant une pratique qui renforce la complémentarité entre élevage et culture sur le territoire et qui est créatrice de liens sociaux. Par ailleurs, il peut être opportun de prévoir des panneaux signalétiques pour alerter de potentiels « visiteurs » de la présence possible de chiens de travail (de protection ou de conduite)

autour du troupeau et de les informer du comportement à adopter vis-à-vis du chien et des animaux.

FORMALISER LE PARTENARIAT PAR LA CONTRACTUALISATION

Dans le prolongement du travail initial de construction partenariale, l'établissement d'un contrat entre la société gestionnaire de la centrale photovoltaïque et l'éleveur fixe les grands principes de la répartition des investissements, des tâches et des responsabilités, définit la durée du partenariat et les conditions de rémunération de l'éleveur. La contractualisation apporte un cadre sécurisant pour tous les acteurs.

La durée du contrat ne suit pas nécessairement la période totale de production de la centrale. Cependant pour les deux parties prenantes, il est intéressant d'avoir une vision à long terme de son utilisation. En cas de non reconduction du partenariat par l'éleveur, une notification 18 mois avant la fin du contrat est recommandée. Une entente entre les deux parties est possible pour transférer l'usage des parcelles à un autre élevage.

À SAVOIR !

Vers quel type de contrat s'orienter ?

Le bail rural n'est pas compatible avec des surfaces occupées par des panneaux photovoltaïques, ce qui peut mettre les éleveurs fermiers en difficulté. La contractualisation de long terme est donc primordiale, surtout pour ces exploitants en fermage. Toutefois, même pour un éleveur propriétaire, il est important de préciser dans le cadre d'un contrat les conditions de transmission de l'exploitation des pâtures. Le contrat entre l'éleveur et la société gestionnaire de la centrale photovoltaïque doit apporter des garanties et engagements sur la transmissibilité du contrat en fin de carrière ou pour d'autres situations (évolution de la structure juridique de l'exploitation, etc.).

Les conditions de rémunération sont négociées au cas par cas directement entre l'éleveur et la société gestionnaire. Il est simplement recommandé de veiller à ce que cette rémunération permette *a minima* d'équilibrer le temps passé et les frais dépensés par l'éleveur, notamment en ce qui concerne le déplacement entre le siège d'exploitation et la centrale photovoltaïque.

EN PRATIQUE

La construction d'un partenariat d'agrivoltaïsme durable entre une société gestionnaire et un éleveur est favorisée par :

- Une bonne communication avant et pendant le projet, entre les partenaires et avec l'environnement extérieur,
- Une connaissance des objectifs, contraintes et attentes de l'autre,
- Une analyse précise des gains et pertes engendrées pour chaque partenaire,
- Une répartition claire des investissements, des tâches et des responsabilités,
- Une planification des activités de chacun,
- Une formation des différents acteurs à des « bonnes conduites » de travail,
- Une formalisation au moyen d'un contrat.

(© Vaksmanv - AdobeStock)

GLOSSAIRE

- **Cellule photovoltaïque** : composant électronique en silicium qui, exposé à la lumière (photons), génère de l'électricité. La cellule photovoltaïque produit une tension continue propre au silicium (0,6v). Élément de base constituant les panneaux photovoltaïques.
- **Panneau photovoltaïque** : ensemble de modules photovoltaïques préassemblés dans un ensemble mécanique et interconnectés.
- **Centrale photovoltaïque** : unité de production d'électricité photovoltaïque mettant en œuvre différents constituants (modules photovoltaïques, tables d'assemblage supports, câbles aériens et souterrains, onduleurs, transformateurs, compteurs, poste de livraison, clôtures, systèmes de surveillance, voies d'accès). De tels systèmes sont en général de forte puissance et connectés au réseau.
- **Panneaux trackers** : technologie inspirée de l'héliostat ou du tournesol et qui permet d'augmenter le rendement des panneaux solaires en leur faisant suivre la course du soleil.
- **Bien-être animal** : le bien-être d'un animal est l'état mental et physique positif lié à la satisfaction de ses besoins physiologiques et comportementaux, ainsi que de ses attentes. Cet état varie en fonction de la perception de la situation par l'animal. » (ANSES, 2018)
- **Tallage** : propriété de nombreuses espèces de graminées qui leur permet de produire de multiples tiges à partir de la plantule initiale assurant ainsi la formation de touffes denses.
- **Montaison** : stade où l'épi est formé dans la base de la tige dont les entre-nœuds s'allongent. Pour voir l'épi à ce stade, il faut couper la gaine dans la longueur.
- **Epiaison** : développement de l'épi dans la gaine.
- **Floraison** : le stade floraison est atteint lorsque les étamines apparaissent.
- **Etêtage** : lors du pâturage, le futur épi est coupé dans la gaine. Après étêtage, la repousse est feuillue (pour les espèces non remontantes).
- **Degrés-jours** : pour le pâturage, les sommes de températures, exprimées en degrés-jours, se calculent en additionnant les températures moyennes quotidiennes à partir du 1^{er} février, avec un maximum de 18°C et un minimum de 0°C. Les températures sont relevées par secteur par les stations de Météo France.
- **Pâturage tournant** : technique de pâturage consistant à diviser les prairies en différentes parcelles de plus petites tailles et à mettre en place un temps de rotation entre chaque parcelle.
- **Pâturage continu (ou libre)** : technique de pâturage consistant à laisser les animaux sur une parcelle ou un groupe de parcelles identiques pendant un long temps de séjour.

BIBLIOGRAPHIE

- **Adeh E. H., Selker J. S., Higgins C. W., 2018.** Remarkable agrivoltaic influence on soil moisture, micrometeorology and water-use efficiency. PloS One 13, e0203256
- **Ademe, 2019.** Mehl C., présentation au colloque INES 2019.
- **Andrew A. C., 2020.** Lamb growth and pasture production in agrivoltaic production system. For the degree of Honors Baccalaureate of Science in Biology presented on August 21, 2020.
- **Anses, 2018.** Avis de l'Anses relatif au « Bien-être animal : contexte, définition et évaluation ». <https://www.anses.fr/fr/system/files/SABA2016SA0288.pdf> (consulté le 03.05.2021).
- **Armstrong A., Waldron S., Whitaker J., Ostle, N. J., 2014.** Wind farm and solar park effects on plant–soil carbon cycling: uncertain impacts of changes in ground-level microclimate. Global change biology, 20(6), 1699–1706.
- **Armstrong A., Ostle N. J., Whitaker J., 2016.** Solar park microclimate and vegetation management effects on grassland carbon cycling. Environmental Research Letters, 11(7), 074016.
- **Arsenault J.T., 2010.** Proposed Solar Panel Vegetation Impacts Stafford Landfill Solar Installation : Structure and Shading.
- **Barron et al., 2019.** Greg A. Barron-Gafford & all, Agrivoltaics provide mutual benefits across the food–energy–water nexus in drylands. Nature Sustainability volume 2, pages 848–855.
- **Conseil d'état, 2017.** Jurisprudence rendue par le Conseil d'Etat, 8 février 2017, Société Photosol, n°395464 <https://www.legifrance.gouv.fr/ceta/id/CETATEXT000034017910> (consulté le 03.05.2021).
- **M. Cossu, L. Ledda, G. Urracci, A. Sirigu, A. Cossu, L. Murgia, A. Pazzona, A. Yano, 2017.** An algorithm for the calculation of the light distribution in photovoltaic greenhouses, Solar Energy 141, 38-48, 2017.
- **Décrypter l'énergie, 2021.** Les installations photovoltaïques émettent-elles des rayonnements nuisibles pour l'homme ou pour les animaux ? <https://decrypterlenergie.org/les-installations-photovoltaïques-emettent-elles-des-rayonnements-nuisibles-pour-lhomme-ou-pour-les-animaux> (consulté le 03.05.2021);
- **Delagarde R., Roca-Fernandez A.I., Delaby L., Lassalas J., Peyraud J.L., 2014.** Accroître la diversité spécifique des prairies en élevage bovin laitier permet de valoriser plus d'herbe et de produire plus de lait par hectare.
- **Dietmaier, 2019.** Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft : Beweidung von Photovoltaik-Anlagen mit Schafen - LfL Information 2. Auflage.
- **Dupraz C., Marrou H., Talbot G., Dufour L., Nogier A., Ferard, Y., 2011.** Combining solar photovoltaic panels and food crops for optimising land use: towards new agrivoltaic schemes. Renewable energy, 36(10), 2725-2732.
- **EDF, 2021.** Le nucléaire en chiffres. <https://www.edf.fr/groupe-edf/espaces-dedies/l-energie-de-a-a-z/tout-sur-l-energie/produire-de-l-electricite/le-nucleaire-en-chiffres> (consulté le 03.05.2021)
- **Ehret M, Graß R, Wachendorf M, 2015.** The effect of shade and shade material on white clover/perennial ryegrass mixtures for temperate agroforestry systems. Agrofor Syst, 89 : 557–570.
- **Fraunhofer Institut, 2018.** Fraunhofer Institut fur Solar Energy Systems ISE – Presse Release : Agrophotovoltaics: High Harvesting Yield in Hot Summer of 2018.

- **Guide du pâturage Limousin, 2011.** Aujay A., Marot P., Petit M., Martignac S., Feugere H., Lacorre V., (2011). La méthode préconisée par le programme structurel Herbe et Fourrages en Limousin.
- **Guide pour un diagnostic prairial, 2009.** Hubert F., Pierre P., (2009). Chambre d'agriculture Pays de la Loire.
- **Guide pratique La prairie multi-espèces, 2007.** Pierre P, Hubert F., Coutard J.P. et al. (2007). Chambre d'agriculture Pays de la Loire.
- **Hernandez R.R., Easter S.B., Murphy-Mariscal M.L., Maestre F.T., Tavassoli M., Allen E.B., Barrows C.W., Belnap J., Ochoa-Hueso R., Ravi S., Allen M. F., 2014.** Environmental impacts of utility-scale solar energy. Renewable and Sustainable Energy Reviews 29, 766-779.
- **Kirilov A., Vasilev E., Pachev I., Stoycheva I., 2013.** Changements dans la composition d'une association luzerne - dactyle dans les conditions d'un parc agro-photovoltaïque.
- **LeMasson C., Pierre P., Osson B., 2008.** Rénovation des prairies et sursemis. Comprendre, raisonner et choisir la méthode.
- **Leray O., Doligez P., Jost J., Pottier E., Delaby L., 2017.** Présentation des différentes techniques de pâturage selon les espèces herbivores utilisatrices.
- **Madej L., 2020.** Dynamique végétale sous l'influence de panneaux photovoltaïques sur 2 sites prairiaux pâturés. Milieux et Changements globaux.
- **Maia A. S. C., Andrade Culhari E., Fonsêca V. D. F. C., Milan H. F. M., Gebremedhin K. G., 2020.** Photovoltaic panels as shading resources for livestock. Journal of Cleaner Production, 258, 120551.
- **Marrou H., Guilioni L., Dufour L., Dupraz C., Wery J., 2013.** Microclimate under agrivoltaic systems: is crop growth rate affected in the partial shade of solar panels?
- **Martin J., 2019.** Abreuvement au pâturage : à consommer sans modération. Chambre d'agriculture des Ardennes.
- **Ministère de l'environnement, du développement durable, des transports et du logement, 2011.** Installations photovoltaïques au sol, guide de l'étude d'impact. P13.
- **Montag H., Parker G., Clarkson T., 2016.** The effects of solar farms on local biodiversity: a comparative study. Clarkson & Woods and Wychwood Biodiversity.
- **Pang K., Van Sambeek JW., Navarrete-Tindall NE., Lin C-H., Jose S., Garrett HE., 2017.** Responses of legumes and grasses to non-moderate, and dense shade in Missouri, USA. I. Forage yield and its species-level plasticity. Agrofor Syst 88(287).
- **Payen C., 2017.** Evaluation du potentiel de l'agroforesterie, impacts de la présence d'arbres sur le comportement et le bien-être des ovins pâturant des prés-vergers. Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur ISA Lille.
- **Santra P., Singh R.K., Meena H.M., Kumawat R.N., Mishra D., Jain D. and Yadav O.P., 2018.** Central Arid Zone Research Institute, Jodhpur, (Rajasthan). Agri-voltaic system: crop production and photovoltaic-based electricity generation from a single land unit. 342 003 : Indian Farming 68 (01): 20–23.
- **Sénat, 2020.** Contradiction entre le droit de l'environnement, le droit agricole et le droit de l'urbanisme. <https://www.senat.fr/questions/base/2020/qSEQ20111384S.html> (consulté le 03.05.2021)

- **Sharpe K.T., Heins B.J., Buchanan E.S., Reese M.H., 2021** - Evaluation of solar photovoltaic systems to shade cows in a pasture-based dairy herd. *J. Dairy Sci.* 104.
- **Semchenko M., Lepik M., Gotzenberger L., Zobel K., 2012.** Positive effect of shade on plant growth: amelioration of stress or active regulation of growth rate? *J Ecol* 100:459–466.
- **Tell R.A., Hooper H.C., Sias G.G., Mezei G., Hung P, Kavet R., 2015.** Electromagnetic Fields Associated with Commercial Solar Photovoltaic Electric Power Generating Facilities, Study of acoustic and emf levels from solar photovoltaic projects, Massachusetts Clean Energy Center.
- **Valle B., Simonneau T., Boulord R., Sourd F., Frisson T., Ryckewaert M., Hamard P., Brichet N., Dauzat M., Christophe A., 2017.** PYM: a new, affordable, image-based method using a Raspberry Pi to phenotype plant leaf area in a wide diversity of environments. *Plant methods*, 13(1), 98.

Également disponible



Les travaux menés par la Plateforme Verte résultent d'une approche consensuelle et pérenne visant la préservation de l'agriculture dans la transition énergétique. Guidée par cette recherche de l'intérêt collectif, l'organisation interdisciplinaire avec des représentants des collectivités, services de l'Etat, syndicats agricoles et énergétiques, organismes scientifiques et techniques, chambres d'agriculture, juristes, financeurs et consultants a permis d'éviter une considération trop étroite du sujet. Porté par une vision positive de l'agrivoltaïsme comme solution potentielle pour l'agriculture et la transition énergétique, ce guide a pour vocation d'encourager les projets à dimension de territoire avec des recommandations très opérationnelles. Sans prétention technique, il se pose en complément des autres travaux menés notamment avec des comités d'experts (e.g. guides de l'Ademe et de l'Institut de l'Élevage).

NOTES :

NOTES :



L'agrivoltaïsme appliqué à l'élevage des ruminants

Dynamisées par un cadre stratégique national favorable, les énergies renouvelables sont en plein essor en France, notamment la production photovoltaïque au sol. L'accès aux surfaces traditionnellement utilisées pour la construction de centrales solaires au sol étant de plus en plus difficile, les gestionnaires se tournent aujourd'hui vers les terres agricoles pour monter leurs projets. La tendance est ainsi à l'émergence de projets d'agrivoltaïsme couplant activités de production d'électricité et activités agricoles. Cette co-activité nécessite une prise en compte des enjeux des différents acteurs et une réflexion sur les aménagements à prévoir dès la conception du projet. Ce guide, centré sur la co-activité de la production photovoltaïque avec l'élevage de ruminants, constitue le socle technique de cette réflexion et permet d'apporter des éclairages, pour une construction avisée des projets : de la conception de la centrale, à la gestion du système d'élevage, en passant par le volet partenarial. Il relève aussi les questionnements qui restent en suspens et qui montrent tout l'intérêt de faire des expérimentations pour disposer de références documentées et partageables dans les différents contextes pédoclimatiques français.



ANNEXE 4 : Méthodologie VNEI (Ecosphère, 2024)

Méthodologie

Aire d'étude

L'aire d'étude concernera les emprises du projet totalisant approximativement 23 hectares à laquelle nous avons ajouté une bande tampon afin de prendre en compte l'ensemble des espèces potentiellement présentes à proximité immédiate du projet. Elle est de :

- **Aire d'étude immédiate** : emprises directes du projet pour la flore et les habitats ;
- **Aire d'étude rapprochée** : 250 mètres pour la faune (hors zones urbanisées) ;
- **Aire d'étude éloignée** : 5 à 20 km pour l'analyse des données bibliographiques en fonction du niveau d'étude du zonage environnemental considéré (ZNIEFF, SRCE, Natura 2000, ...).

Analyse bibliographique

Cette phase d'analyse a été réalisée sur l'aire d'étude éloignée autour de l'aire d'étude immédiate (périmètre compris entre 5 et 20 km en fonction du zonage environnemental considéré). Cette étape a permis la mise en évidence :

- des premiers enjeux environnementaux ;
- des niveaux des contraintes écologiques ;
- du degré d'intérêt des enjeux faunistiques et floristiques du secteur (intérêt fort, moyen, faible).

Elle a permis la réalisation d'une synthèse des données bibliographiques existantes sur la faune, la flore et les habitats présents aux abords du secteur d'étude, en précisant les statuts biologiques des espèces recensées (migrateur, reproduction, exotique, hivernant, ...) et les statuts de protection des espèces aux échelles régionale, nationale et internationale (directive habitats-faune-flore, ...) sur les principaux groupes indicateurs du milieu naturel.

La synthèse bibliographique a été réalisée en fonction des données disponibles mises à disposition par le Maître d'Ouvrage mais également via une collecte de données auprès des personnes ressources, du tissu associatif, institutionnel, ...

Concernant les Espèces Exotiques Envahissantes, les annexes 2 et 3 du tome 1 : Savoirs et savoir-faire sur les populations exotiques envahissantes végétales et animales et préconisations pour la mise en œuvre du SDAGE de juillet 2016 par l'Agence de l'eau RMC précise la liste des espèces potentielles présentes sur le bassin versant du Rhône.

Les organismes consultés ont été les suivants :

- Bases de données LPO nationale : www.faune.france.org ;
- L'Observatoire de la biodiversité d'Auvergne - Rhône-Alpes (Biodiv'AURA) : <https://atlas.biodiversite-auvergne-rhone-alpes.fr> ;
- Conservatoire Botanique National Alpin (CBNA) : <https://cbn-alpin.fr>.

La base de données de l'INPN (www.INPN.fr) a également été consultée.

Inventaires naturalistes

Dans le cadre de cette étude, les groupes suivants ont préférentiellement fait l'objet d'inventaires :

- Habitats ;
- Flore indigène et exogène ;
- Mammifères terrestres et semi-aquatiques ;
- Chiroptères ;
- Amphibiens ;
- Reptiles ;

- Oiseaux ;
- Insectes.

Pour ce faire, les inventaires ont été réalisées aux périodes suivantes :

Dates	Conditions	Opérateurs	Flore et habitats	Faune	
				Diurne	Nocturne
11 janvier 2023	Couverture nuageuse 2/5, 5°C, vent faible	Anthony GARRY	-	Mam., Ois.	-
31 mars 2023	Couverture nuageuse 2/5, 10°C, vent moyen	Martin SPAET & Alexandre HALLEZ	Zones humides	Mam., Ois.	-
13 avril 2023	Couverture nuageuse 1/5, 4°C, vent faible	Thomas NEVERS	X	Mam., Ois., Rept. et Ins.	Rapaces
10 mai 2023	Couverture nuageuse 0/5, 8°C, vent faible	Christian XHARDEZ	X	Mam., Ois., Rept. et Ins.	-
29 mai 2023	Couverture nuageuse 0/5, 16°C à 21°C, vent faible	Alexandre HALLEZ	X	-	-
20 juin 2023	Couverture nuageuse 0/5, 18°C à 24°C, vent moyen	Alexandre HALLEZ	X	-	-
27 et 28 juin 2023	Couverture nuageuse 0/5, 13°C à 21°C, vent faible	Christian XHARDEZ	X	Mam., Ois., Rept. et Ins.	Chiroptères
20 et 21 septembre 2023	Couverture nuageuse 4/5, 20°C, vent faible	Alexandre GODARD	-	Mam., Ois., Rept. et Ins.	Chiroptères

Les inventaires réalisés sur un cycle biologique complet ont prioritairement ciblé les espèces à enjeu et/ou protégées. À ce titre, la recherche bibliographique lancée dès réception de la lettre de commande a permis de préciser rapidement les enjeux et de cibler au mieux les prospections réalisées.

Habitats naturels

En fonction des caractéristiques des milieux, la cartographie a été dressée à une échelle comprise entre 1/1000^{ème} et 1/5000^{ème}. La nomenclature de désignation des espèces correspondra aux référentiels en vigueur: Taxref, base de données régionale Chloris Web. Nous noterons que la cartographie des habitats naturels a été faite sur l'intégralité des emprises du projet.

L'analyse et la cartographie des habitats ont été réalisées conjointement aux inventaires floristiques. Un relevé est représentatif s'il est effectué sur une surface suffisamment grande pour contenir la quasi-totalité des espèces présentes au sein d'un habitat.

Chaque habitat naturel à enjeu a fait l'objet d'une fiche descriptive, comprenant les éléments suivants :

- Intitulé de l'habitat ;

- Code Corine biotopes/EUNIS ;
- Syntaxon auquel l'habitat est rattaché (alliance phytosociologique) ;
- Code Natura 2000 (habitat générique, voire élémentaire)
- Statut ZNIEFF (déterminant ou non) ;
- Statut Zone humide (déterminant H./p., ou non) ;
- Description générale de l'habitat :
 - Physionomie de l'habitat ;
 - Conditions écologiques dans lesquelles il se développe ;
 - État de conservation (intégrité du cortège, de la structure et du fonctionnement, menace) et typicité ;
 - Dynamique naturelle et facteurs anthropiques influençant son évolution.
- Localisation au sein de l'aire d'étude rapprochée ;
- Les corridors biologiques (lisières, thalwegs, zones humides ...) seront cartographiés selon les sensibilités écologiques relevées.
- le cortège d'espèces (faune et flore) identifiées lors des inventaires (avec prise en compte des espèces potentiellement présentes) ;
- la gestion de la végétation opérée par le Maître d'Ouvrage (nature et fréquence des travaux) ;
- la fréquentation humaine des habitats.

Les habitats les moins remarquables (zones artificialisées, ...) ont fait l'objet d'une description simplifiée.

Flore

Les milieux concernés par le projet sont anthropisés mais gardent une vocation semi-naturelle. La prédominance des habitats herbeux bocagers offre des biotopes attractifs pour plusieurs espèces végétales remarquables. Les inventaires se sont attachés à évaluer :

- Les contraintes liées à la présence de stations d'espèces protégées (espèces protégées en France ou en région Rhône-Alpes) ;
- Les enjeux liés à la présence de stations d'espèces rares et/ou menacées (espèces inscrites aux listes rouges nationales ou régionales ; espèces déterminantes des ZNIEFF de la région Rhône-Alpes, notamment) ;
- La localisation des espèces exogènes.

Quatre campagnes de relevés ont été nécessaires pour recenser l'ensemble des espèces et évaluer précisément les enjeux de conservation. L'ensemble de l'aire d'étude rapprochée a été parcouru, avec une recherche ciblée des espèces patrimoniales dans les habitats favorables, en particulier les espèces liées aux milieux humides (prairies, berges de plan d'eau et bas-marais), aux milieux forestiers plus ponctuellement aux prairies sèches.

Les espèces remarquables et/ou protégées ont été pointées au GPS et leur abondance a été évaluée.

Nos inventaires ont également porté sur la recherche des espèces exogènes. Une attention particulière a été portée aux **espèces exotiques envahissantes (EEE)**. Pour chaque station d'espèce exotique envahissante, avérée ou potentielle, il a précisé : le nom de l'espèce, sa localisation précise relevée au GPS, une estimation du nombre de pieds ou de la densité de la station, son caractère invasif sur le site. Cette dernière information, confrontée à l'écologie de l'espèce a permis d'argumenter sur les mesures à mettre en place lors de la phase travaux.

Mammifères terrestres et semi-aquatiques

Les mammifères terrestres et semi-aquatiques ont été recherchés de différentes manières :

- Observation visuelle d'individus :

- Observation d'indices de présence ;
- Pose de pièces photographiques.

❖ *Observations visuelles d'individus*

Lors de la réalisation des inventaires écologiques relatifs aux autres groupes faunistiques ou floristiques, des mammifères terrestres ou semi-aquatiques ont été observés.



Figure 1 : Lièvre d'Europe (hors site) - © C.Xhardez

❖ *Recherche d'indices de présence*

Lors de nos différents passages sur le terrain, nous avons recherché les indices de tous les mammifères, ce qui a permis de disposer d'une connaissance correcte de leurs potentialités, voire de leur présence.

Ces passages ont permis de lister les autres espèces de mammifères présents (traces et indices, observations visuelles) sauf pour les micromammifères.

Chiroptères

Pour réaliser l'inventaire des Chiroptères, nous avons mis en œuvre plusieurs méthodes. Cette approche comporte plusieurs objectifs :

- Identification des espèces fréquentant l'aire d'étude rapprochée ;
- Identification des zones d'activité et des corridors écologiques ;
- Identification des gîtes estivaux et d'hibernation.

❖ *Évaluation des potentialités d'accueil des arbres pour les espèces arboricoles*

Les arbres isolés présents sur l'aire d'étude rapprochée ont été évalués pour leur potentialité d'accueil pour les chauves-souris arboricoles. Les arbres à forte potentialité (isolés ou dans un boisement) ont été pointés au GPS et caractérisés : espèce, type de cavité (loge de pics, fissure, décollement d'écorce, ...), autre intérêt (lierre, ...). Cette évaluation a été réalisée en avril 2022 avant débourrage de la végétation ligneuse (l'absence de feuillage étant plus favorable à la recherche des cavités).

NB : A ce stade des études, nous n'avons pas effectué de confirmation de présence de chauves-souris dans les cavités (à l'aide d'un endoscope par exemple) car les Chiroptères sont susceptibles d'utiliser une cinquantaine de cavités par années et l'absence d'observation à un instant donné n'entraîne pas l'absence totale d'occupation.

❖ Écoutes nocturnes

Le protocole est inspiré de celui de Vigie-Chiro. Les inventaires ont été réalisés à l'aide d'un matériel permettant l'enregistrement automatique des ultrasons émis au cours de la nuit. Deux enregistreurs ont été positionnés en période de parturition/allaitement ainsi qu'en période de swarming.

L'analyse des ultrasons est indispensable pour la détermination spécifique de groupes délicats comme les petits murins (*Myotis sp.*). Le logiciel d'analyse de sonagrammes utilisé est Batsound. Ce logiciel permet la visualisation, la mesure et l'interprétation des ultrasons enregistrés en expansion de temps avec les détecteurs.

Oiseaux

Afin d'identifier les espèces présentes, les méthodologies suivantes ont été mises en place :

- Réalisation de points d'écoute diurnes et nocturnes ;
- Réalisation de transects de prospection aléatoires ;

❖ Points d'écoute et d'observation fixes diurnes

L'avifaune nicheuse diurne a été inventoriée en réalisant des points d'observation et d'écoute fixe d'une dizaine de minutes (basé sur la méthode des IPA). L'ensemble des espèces observées a été identifiée et dénombrée. Leur comportement a été mentionné afin de définir leur statut local. Ces inventaires ont été réalisés lors de journées non pluvieuses et non venteuses (de préférence ensoleillées).



Figure 2 : Chardonneret élégant - © C.Xhardez

En ce qui concerne les oiseaux nicheurs, ces inventaires ont été réalisés au cours des quatre à cinq premières heures de la journée. En effet, de nombreux oiseaux délimitent leur territoire en émettant des chants caractéristiques. Des points d'observation ont donc été réalisés afin de déterminer les espèces fréquentant les habitats concernés ainsi que leur abondance.

❖ Réalisation de transects de prospection aléatoires

Afin de compléter les points d'écoute préalablement présentés, des transects de prospections complémentaires (basé sur la méthode des IKA) ont été réalisés afin d'identifier les espèces plus discrètes, Cette méthode a été privilégiée pour l'inventaire des oiseaux migrateurs.

❖ Points d'écoute fixes nocturnes

Afin d'inventorier les espèces nocturnes fréquentant l'aire d'étude rapprochée, nous avons réalisé des prospections nocturnes permettant l'inventaire des rapaces nocturnes, de la Caille des blés ou d'autres espèces... Afin d'augmenter la détectabilité d'espèces, nous avons diffusé leur chant pendant quelques minutes à la fin de la réalisation du point d'écoute. Afin de minimiser les dérangements, la diffusion n'a pas dépassé deux minutes et sera systématiquement arrêté après que le premier contact de l'espèce ait été enregistré.

Amphibiens

La réalisation de l'inventaire des amphibiens est conditionnée par la présence de zones favorables sur l'aire d'étude rapprochée.

Un inventaire qualitatif et quantitatif diurne et nocturne a été réalisé lors des passages printaniers pour détecter les espèces précoce (Crapaud épineux, Grenouille agile et Salamandre tachetée) et/ou les espèces tardives (Crapaud calamite, ...). Il a été pratiqué à vue (identification d'adultes, têtards et pontes) et par écoute des chants.



Figure 3 : Probable Crapaud épineux (hors site) - © C.Xhardez

Le site n'apparaissant pas favorable pour ce groupe, nous n'avons pas réalisé d'analyses ADN environnemental ou piégeage par nasses.

La fonctionnalité du site d'étude pour ce groupe a été analysée sur la base des observations de terrain, de l'interprétation des potentialités des habitats et de l'écologie des espèces.

Reptiles

La recherche des espèces a consisté à arpenter les milieux favorables durant la matinée et la fin d'après-midi. Il s'agit de prospecter les lisières forestières, les ronciers et fourrés, le bord des chemins exposés à l'ensoleillement, les berges des contre-canaux, ainsi que les abris habituels des reptiles comme les tas de pierres, de bûches, de branches, les amas de feuilles, le dessous des matériaux abandonnés (tôles, planches, bâches plastique, pneus, ...).

Plusieurs plaques à reptiles ont également été placées sur le site dans le but de faciliter leur détection.

Les prospections principales ont été réalisées assez tôt en matinée lors de journées ensoleillées. Les animaux sont alors peu mobiles car engourdis et se placent à découvert pour se réchauffer.

Les inventaires écologiques ont été effectués lors de périodes météorologiques propices (t° comprise de préférence entre 11 et 19°C sans vent).



Figure 4 : Couleuvre verte et jaune (hors site) - © C.Xhardez

Afin de faciliter l'inventaire de ce groupe, nous avons mis en place six plaques d'insolation.

Insectes

Les investigations de terrain doivent permettre d'appréhender les espèces fréquentant l'aire d'étude mais également celles, qui du fait de leurs plus fortes capacités de déplacement, peuvent fréquenter la zone du projet de manière plus ou moins régulière.

Nous avons réalisé l'inventaire des groupes suivants :

- Lépidoptères Rhopalocères ;
- Odonates ;
- Orthoptères ;
- Coléoptères saproxyliques patrimoniaux ;
- Lépidoptères Hétérocères patrimoniaux.

D'autres groupes ont également fait l'objet d'inventaires complémentaires comme les Cigales, les Ascalaphes, les *Cetoniidae*, ...



Figure 5 : Inventaire entomologique (hors site) - © Ecosphere

Les insectes ont été recherchés de la manière suivante :

- Recherche à vue ;
- Recherche d'indices de présence.

❖ Recherche d'individus

Lors de nos campagnes, nous avons recherché les individus présents au sein de l'aire d'étude rapprochée. Les Rhopalocères (et Zygènes), les Odonates et les Orthoptères étant des groupes relativement aisés à identifier, aucun individu n'a été prélevé pour identification ultérieure.

Dans la majorité des cas, les identifications ont été faites à vue à l'aide de jumelles. Cependant, quelques groupes plus compliqués à identifier (*Melitaea*, *Polyommatus*, *Chorthippus*, *Zygaena*, ...) ont nécessité une capture préalable pour identification. Ensuite, les individus collectés ont directement été relâchés dans des milieux naturels propices.

Les inventaires des imagos ont été réalisés entre 10 et 18 heures et par conditions météorologiques favorables : beau temps (couverture nuageuse limitée), vent faible et températures supérieures à 15°C. Dans la mesure du possible, un intervalle de quatre semaines a été respecté entre chaque visite (sauf contraintes météorologiques).

Une attention particulière sera portée aux espèces protégées comme l'Agrion de Mercure, le Cuivré des marais,

Pour une meilleure complétude du dossier, nous avons également recherché quelques Hétérocères nocturnes protégés comme :

- le **Sphinx de l'Épilobe** pour lequel nous avons recherché les chenilles, bien visibles de nuit. Pour cela, nous avons prospecté à la lampe, en juin/juillet, les pieds d'Épilobe hirsute ;
- la **Laineuse du Prunellier** pour laquelle nous avons recherché les tentes en mars/avril 2022.

❖ Recherche d'indices de présence

Quelques espèces sont difficilement observables. Afin de déterminer leur présence ou non, nous avons recherché les indices de présence comme les traces d'émergence de **Grand Capricorne du Chêne** (*Cerambyx cerdo*),

Zones humides

Le diagnostic « zones humides » vise à identifier, caractériser et délimiter les zones humides telles que définies par **l'arrêté du 24 juin 2008** modifié le 1^{er} octobre 2009 précisant les critères de définition et de délimitation des zones humides en application des articles L. 214-7-1 CE et R. 211-108 CE.

Exploitation des données existantes

Dans un premier temps, une analyse des sources bibliographiques est réalisée afin de rassembler toutes les données concernant les zones humides disponibles au sein de la zone projetée et ses abords :

- Géologie
- Pédologie
- Topographie et réseau hydrologique
- Potentialités de présence de zones humides

Cette recherche permet notamment d'orienter le plan d'échantillonnage pour les sondages pédologiques.

Sur la base de la pré-cartographie établie à partir des données bibliographiques, des investigations de terrain sont menées.

Investigations de terrain

DELIMITATION DES ZONES HUMIDES

La délimitation précise des zones humides est un exercice difficile du fait de la nature même de ces milieux. De nombreuses zones humides sont soumises à régime d'engorgement irrégulier en fonction des saisons voire des années. Ces variations se traduisent souvent par un gradient d'hydromorphie spatial, voire temporel, qui rend leurs limites difficiles à identifier. Les aménagements hydrauliques et les activités humaines, notamment agricoles, peuvent de plus modifier leur aspect, jusqu'à masquer leur caractère humide. Enfin, la délimitation varie fortement en fonction de l'échelle d'analyse.

De manière générale et conformément à la réglementation, le contour des zones humides identifiées est tracé au plus près des espaces répondant aux critères relatifs aux sols ou à la végétation. Il peut notamment s'appuyer sur la cartographie des habitats et sur des éléments géomorphologiques (altimétrie, etc.) ou hydrologiques (cotes de crue, cartes piézométriques, marées, etc.). La prévalence de l'une ou l'autre des ressources mobilisées pour justifier les contours des zones humides peut être variable selon les secteurs au sein de la zone d'étude.

Lorsque cela est nécessaire, des relevés ponctuels (sondages pédologiques ou relevés d'espèces selon l'approche « espèces indicatrices ») sont réalisés selon des transects perpendiculaires à la limite présumée de la zone humide afin de la préciser.

DETERMINATION DES HABITATS CARACTERISTIQUES DE ZONE HUMIDE

La caractérisation des habitats, fondée sur l'analyse de la composition floristique, s'appuie sur les observations menées à différentes périodes de l'année et peut mettre à profit des

observations faites en dehors des périodes les plus favorables. Néanmoins, une caractérisation précise nécessite souvent des investigations printanières.

Cette analyse vise à faire la correspondance entre les habitats identifiés, décrits et cartographiés précédemment et ceux cités dans l'annexe 2.2 de l'arrêté du 24 juin 2008. La correspondance s'appuie sur la typologie CORINE biotopes (RAMEAU JC, BISSARDON M., GUIBAL L., 1997) et le Prodrome des végétations de France (PVF) version 1 (BARDAT J. *et al.*, 2004). Plusieurs cas de figure existent :

- **les habitats cotés « H » dans l'arrêté sont caractéristiques de zones humides.** Ceux-ci sont considérés comme zone humide sans nécessité d'investigations supplémentaires ;
- les habitats cotés « *pro parte* (p.) »¹ ou non cités dans l'arrêté ne permettent pas, seuls, de conclure sur le caractère humide ou non du secteur concerné (des investigations complémentaires portant sur les espèces indicatrices de zones humides ou les sols sont nécessaires).

Cas particulier :

Lorsque l'habitat n'est pas cité dans l'arrêté, que la végétation témoigne de conditions xériques (pelouses calcicoles sèches, etc.) et que la probabilité de présence de zones humides est nulle au regard notamment du contexte pédogéomorphologique ou d'autres paramètres, il est possible de justifier ainsi l'absence de zone humide sur le secteur concerné et ce, sans réaliser de sondages pédologiques.

REALISATION DE RELEVES FLORISTIQUES

Généralités

Les relevés floristiques menés dans le cadre de l'analyse du critère « végétation » selon l'approche « espèces indicatrices » sont réalisés à la ou les périodes favorables à l'inventaire de la flore indicatrice de zones humides. Cette période, printemps-été, peut varier selon le contexte biogéographique et altitudinal, mais aussi des conditions météorologiques saisonnières. Les opérations de gestion et les itinéraires sylvicoles ou agricoles peuvent amener à adapter la planification des inventaires pour trouver le meilleur compromis pour restituer au mieux la diversité spécifique maximale des végétations et tout en intervenant aux stades phénologiques permettant la détermination des espèces hygrophiles, souvent plus tardives.

Une liste d'espèces indicatrices de zones humides figure à l'annexe 2.1 de l'arrêté, complétée, si nécessaire, par une liste additive d'espèces arrêtée par le préfet de région sur proposition du Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel, le cas échéant, adaptée par territoire biogéographique.

La méthodologie de l'arrêté est la suivante :

- **Sur une placette circulaire globalement homogène** du point de vue des conditions mésologiques et de végétation, d'un rayon de 3 ou 6 ou 12 pas (soit un rayon entre 1,5 et 10 mètres) selon que l'on est en milieu respectivement herbacé, arbustif ou arborescent, **effectuer une estimation visuelle du pourcentage de recouvrement des espèces pour chaque strate de végétation** (herbacée, arbustive ou arborescente *soit*

¹Dans certains cas, l'habitat d'un niveau hiérarchique donné ne peut pas être considéré comme systématiquement ou entièrement caractéristique de zones humides, soit parce que les habitats de niveaux inférieurs ne sont pas tous humides, soit parce qu'il n'existe pas de déclinaison typologique plus précise permettant de distinguer celles typiques de zones humides.

$h>5-7m$) en travaillant par ordre décroissant de recouvrement (*les espèces à faible taux de recouvrement - très peu abondantes i.e. < 5 % ou disséminées - apportent peu d'information, il n'est donc pas obligatoire de les relever*) :

Pour chaque strate :

- Noter le pourcentage de recouvrement des espèces ;
- Les classer par ordre décroissant ;
- Établir une liste des espèces dont les pourcentages de recouvrement cumulés permettent d'atteindre 50 % du recouvrement total de la strate ;
- Ajouter les espèces ayant individuellement un pourcentage de recouvrement supérieur ou égal à 20 %, si elles n'ont pas été comptabilisées précédemment ;
- Une liste d'espèces dominantes est ainsi obtenue pour la strate considérée ;

• **Regrouper les listes obtenues pour chaque strate** en une seule liste d'espèces dominantes toutes strates confondues (*une espèce peut apparaître plusieurs fois si elle est dominante dans plusieurs strates*) ;

• Examiner le caractère hygrophile des espèces de cette liste ; si la moitié au moins des espèces de cette liste figurent dans la " Liste des espèces indicatrices de zones humides " mentionnée au 2.1.2 (de l'arrêté), la végétation peut être qualifiée d'hygrophile.

Les relevés floristiques menés dans le cadre de l'analyse du critère « végétation » selon l'approche « espèces indicatrices » sont géolocalisés.

Stratégies d'échantillonnage

L'expertise de la végétation selon l'approche « espèces indicatrices » vise à compléter l'analyse des habitats, notamment au niveau des habitats cotés *pro parte* dans l'arrêté.

Pour certaines zones, l'analyse hydropédologique et l'analyse des habitats convergent sans réserve vers l'absence de zones humides :

- Probabilité faible d'accumulation d'eau ou d'exsurgences ;
- Habitats mésoxérophiles sans espèces végétales hygrophiles (et donc absentes de la liste dressée dans l'arrêté).

Ces zones, où la probabilité de présence de zones humides est non significative, n'ont pas été ciblées. Pour autant, quelques contrôles ont été réalisés.

L'approche « espèces indicatrices » a donc été mobilisée en complément de l'approche « habitats ». De fait, la stratégie d'échantillonnage est donc stratifiée afin de maximiser la pression d'observation sur les zones où le diagnostic est le plus délicat (présence d'espèces indicatrices, probabilité de présence de zones humides, besoin de précisions sur les contours d'une zone humide identifiée, etc.).

Des points d'observation ont été réalisés en fonction des connaissances d'ores et déjà compilées à partir de l'analyse des données existantes et de la végétation caractérisée sur le terrain (selon l'écologie des espèces en présence, les assemblages d'espèces, etc.). Un point d'observation ne correspond pas forcément à un relevé d'espèces. En effet, en l'absence d'espèce indicatrice de zones humides ou lorsqu'aucune espèce indicatrice présente n'excède 5% de recouvrement, aucun relevé n'est réalisé et le critère « végétation » selon l'approche « espèces indicatrices » est considéré comme négatif.

Ainsi, les relevés sont réalisés prioritairement dans les habitats *pro parte* ou non cités dans l'arrêté où des espèces indicatrices sont présentes. Le recours à **ce principe de parcimonie vise à répondre à l'objectif d'optimiser la pression d'observation en fonction des enjeux d'analyse**.

REALISATION DES SONDAGES PEDOLOGIQUES

Généralités

La période optimale pour l'expertise pédologique est variable en fonction du contexte pédogéomorphologique et, parfois, des conditions climatiques saisonnières ou de la météo des derniers jours. Généralement, les sondages sont réalisés de l'automne au début de printemps.

Les sondages ont été réalisés à la **tarière manuelle**. Les sondages sont réalisés jusqu'à 120 cm de profondeur dans la mesure du possible. Dans le cas du site d'étude, il a été impossible d'atteindre cette profondeur. Chaque sondage est géolocalisé. Une marge d'incertitude sur la mesure de la profondeur des traits pédologiques observés lors des sondages est inhérente à la technique de sondage à la tarière : ± 5 cm dans les 50 premiers centimètres puis ± 10 cm ensuite.

En cas d'impossibilité de réaliser un sondage à la tarière manuelle (arrêt trop précoce pour mener l'analyse), un deuxième sondage est localisé à proximité. Si ce nouvel essai se solde par un refus de tarière, le sondage est réputé achevé et les causes sont relevées.

Pour chaque sondage, l'analyse porte essentiellement sur la recherche des traces d'hydromorphie (traits d'oxydo-réduction, etc.). Les profils sont décrits avec mention des profondeurs d'apparition des éléments les plus caractéristiques afin de donner leur classes d'hydromorphies selon celles établies par le Groupe d'Étude des Problèmes de Pédologie Appliquée (GEPPA, 1981). Des compléments sur la nature des sols peuvent être apportés en fonction des cas rencontrés, notamment pour proposer un rattachement au Référentiel Pédologique (AFES, 2008) et détecter les « cas particuliers » mentionnés dans l'arrêté.

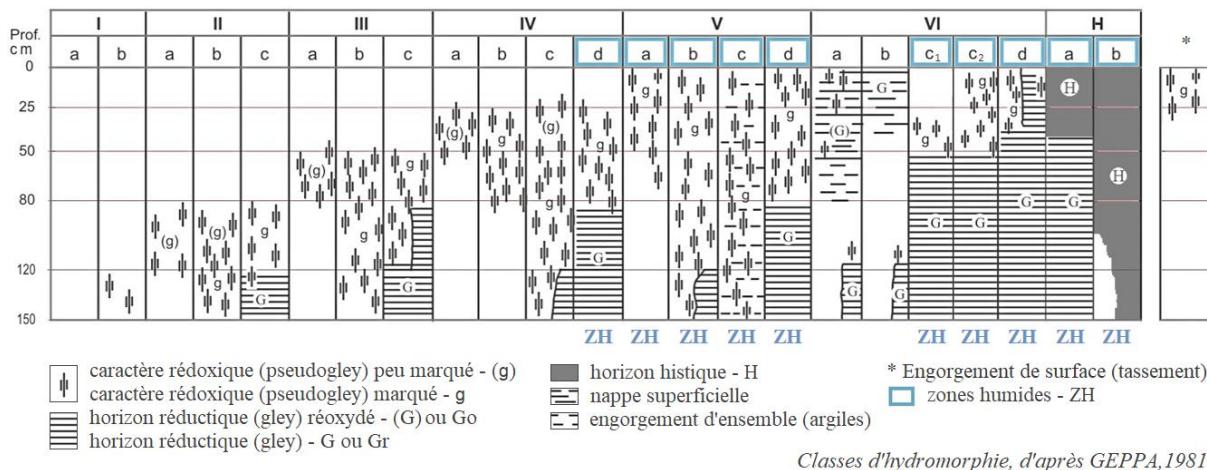
La liste des types de sols déterminants de zone humide suit la dénomination scientifique du Référentiel pédologique (AFES, 2008). Cette liste est résumée dans le schéma ci-dessous et correspond :

- à tous les histosols (sols tourbeux) car ils connaissent un engorgement permanent en eau qui provoque l'accumulation de matières organiques peu ou pas décomposées (classes d'hydromorphie H du GEPPA) ;
- à tous les réductisols car ils connaissent un engorgement permanent en eau à faible profondeur se marquant par des traits réductiques débutant à moins de 50 cm de profondeur dans le sol (classes VI c et d du GEPPA) ;
- aux autres sols caractérisés par des traits rédoxiques débutant à moins de 25 cm de profondeur dans le sol et se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur (classes V a, b, c et d du GEPPA)
- aux autres sols caractérisés par des traits rédoxiques débutant à moins de 50 cm de profondeur dans le sol, se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur, avec apparition de traits réductiques entre 80 et 120 cm de profondeur (classe IV d du GEPPA).

Après avis du Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel, le préfet peut exclure, pour certaines communes, les classes IVd et/ou Va du GEPPA et les types de sol associés de la liste des sols caractéristiques des zones humides. Cette démarche n'a pas été réalisée en Auvergne-Rhône-Alpes.

Pour certains types de sol (fluviosol et podzol), l'excès d'eau prolongée ne se traduisant pas par des traits d'hydromorphie facilement reconnaissables, une expertise des conditions

hydrogéomorphologiques doit être réalisée pour apprécier la saturation prolongée par l'eau dans les cinquante premiers centimètres du sol.



Ces classes ont été définies sur des limons loessiques de l'Aisne (JAMAGNE M., 1967) puis précisées par le GEPPA (1970-1981) et peuvent être adaptées si besoin au contexte local d'études précises (BAIZE D. et JABIOL B., 1995 – p. 275). Néanmoins, l'arrêté de 2008 de portée nationale s'appuie sur cette classification synthétique, indépendamment de la variabilité des sols sur le territoire.

Figure 6 – Représentation synthétique des classes d'hydromorphie (GEPPA, 1981)

Dans la mesure du possible, la description pédologique des sondages permet :

Le rattachement à une classe d'hydromorphie GEPPA ;

La conclusion sur le caractère humide ou non du sol selon l'arrêté de 2008 ;

Lorsque l'analyse pédologique ne permet pas de conclure, il convient de vérifier les indications fournies par l'examen de la végétation ou, le cas échéant pour les cas particuliers des sols (cf. annexe 1.1 de l'arrêté précité), par une expertise des conditions hydrogéomorphologiques.

Stratégie d'échantillonnage

La densité moyenne d'échantillonnage est établie en fonction de la surface, de la potentialité de présence de zones humides et de la précision cartographique attendue.

La précision de la cartographie dépend de la densité de sondage, de la possibilité et pertinence de s'appuyer sur d'autres éléments que les sondages (modèle topographique, imagerie satellite, bibliographie, végétation hygrophile, etc.), de l'hétérogénéité des unités pédologiques rencontrées, de la difficulté ou non à appréhender le fonctionnement hydropédologique, etc. La précision de la délimitation des zones humides se traduit au travers du calcul (BOULAIN, 1980) de l'échelle de cartographie d'utilisation qui correspond à l'échelle la plus grande (i.e. vue rapprochée) au-delà de laquelle la précision de la délimitation réalisée n'est plus suffisante.

Détail des sondages pédologiques

N° Point	Profondeur prospectée	GEPPA	Zone humide	Description du sol	Traces d'hydromorphie par intervalle de profondeur (selon la réglementation)				Remarques
					F0_25CM	F25_50CM	F50_80CM	F80_120CM	
MSP1	50		Non	Texture argilo-limoneuse sans trace d'hydromorphie. Le pourcentage d'argile augmente avec la profondeur.	Rien	Rien			
MSP2	50		Non	Texture argilo-limoneuse sans trace d'hydromorphie. Le pourcentage d'argile augmente avec la profondeur. De même, présence de cailloux dès la surface et accentuation avec la profondeur.	Rien	Rien			
MSP3	55		Non	Texture argilo-limoneuse sans trace d'hydromorphie. Le pourcentage d'argile augmente avec la profondeur. De même, présence de cailloux dès la surface et accentuation avec la profondeur.	Rien	Rien	Rien		
MSP4	40		Non	Texture limono-argileuse sans trace d'hydromorphie. Présence de cailloux dès la surface et accentuation avec la profondeur. Refus à 40 cm.	Rien	Rien			
MSP5	40		Non	Texture argilo-limoneuse sans trace d'hydromorphie. Le pourcentage d'argile augmente avec la profondeur. De même, présence de cailloux dès la surface et accentuation avec la profondeur. Refus à 40 cm.	Rien	Rien			
MSP6	40		Non	Texture limono-argileuse sans trace d'hydromorphie. Présence de cailloux dès la surface et accentuation avec la profondeur. Refus à 40 cm.	Rien	Rien			
MSP7	50		Non	Texture très argileuse avec nombreux cailloux dès la surface. Refus à 50 cm.	Rien	Rien			
MSP8	30		Oui	Texture argilo-limoneuse avec accentuation de la teneur en argile avec la profondeur. Les graviers apparaissent à partir de 30 cm. Les traces d'oxydation apparaissent dès la surface.	Oxydation > 5%	Oxydation > 5%			
MSP9	35		Oui	Texture argilo-limoneuse avec accentuation de la teneur en argile avec la profondeur. Les	Oxydation > 5%	Oxydation > 5%			

				graviers apparaissent à partir de 30 cm. Les traces d'oxydation apparaissent dès la surface.					
MSP10	40		Oui	Texture argilo-limoneuse avec accentuation de la teneur en argile avec la profondeur. Les graviers apparaissent à partir de 30 cm. Les traces d'oxydation apparaissent dès la surface.	Oxydation > 5%	Oxydation > 5%			
MSP12	25		Indéterminé	Texture limoneuse dès la surface. Les graviers apparaissent à partir de 25 cm de profondeur. Aucune trace d'hydromorphie observée.	Rien				
MSP13	35		Non	Texture argilo-limoneuse avec un horizon humique en surface (accumulation d'humus forestier). Les graviers apparaissent dès la surface. Absence de trace d'hydromorphie.	Rien	Rien			
AH1	40		Non	Texture argilo-limoneuse avec accentuation de la teneur en argile avec la profondeur. Les graviers apparaissent à partir de 30 cm. Absence de trace d'hydromorphie.	Rien	Rien			
AH2	50		Non	Texture argilo-limoneuse avec accentuation de la teneur en argile avec la profondeur. Les graviers apparaissent à partir de 30 cm. Quelques traces d'oxydation apparaissent à partir de 25% mais de façon non significative.	Rien	Oxydation < 5%			
AH3	25		Indéterminé	Texture argilo-limoneuse avec accentuation de la teneur en argile avec la profondeur. Les graviers apparaissent à partir de 25 cm. Absence de trace d'hydromorphie.	Rien				
AH4	25		Indéterminé	Texture argilo-limoneuse avec accentuation de la teneur en argile avec la profondeur. Les graviers apparaissent à partir de 25 cm. Absence de trace d'hydromorphie.	Rien				
AH5	40		Non	Texture argilo-limoneuse avec accentuation de la teneur en argile avec la profondeur. Les graviers apparaissent à partir de 25 cm. Quelques traces d'oxydation apparaissent à partir de 25 cm.	Rien	Oxydation < 5%			
AH6	25		Indéterminé	Texture argilo-limoneuse avec accentuation de la teneur en argile avec la profondeur. Les graviers apparaissent à partir de 25 cm. Quelques traces d'oxydation apparaissent dès la surface. Refus à 25 cm.	Oxydation < 5%				
AH7	30		Non	Texture argilo-limoneuse avec accentuation de la teneur en argile avec la profondeur. Les	Rien	Rien			

				graviers apparaissent à partir de 25 cm. Absence de trace d'hydromorphie.					
AH8	50		Oui	Texture argilo-limoneuse avec accentuation de la teneur en argile avec la profondeur. Les graviers apparaissent à partir de 25 cm. Trace d'hydromorphie dès la surface.	Oxydation > 5%	Oxydation > 5%			
AH9	25		Oui	Texture argilo-limoneuse avec accentuation de la teneur en argile avec la profondeur. Les graviers apparaissent à partir de 25 cm. Trace d'hydromorphie dès la surface.	Oxydation > 5%				
AH10	40		Oui	Texture argilo-limoneuse avec accentuation de la teneur en argile avec la profondeur. Les graviers apparaissent à partir de 25 cm. Trace d'hydromorphie dès la surface.	Oxydation > 5%	Oxydation > 5%			
AH11	25		Indéterminé	Texture argilo-limoneuse avec accentuation de la teneur en argile avec la profondeur. Les graviers apparaissent à partir de 25 cm. Quelques traces d'oxydation apparaissent dès la surface. Refus à 25 cm.	Oxydation < 5%				
AH12	30		Oui	Texture argilo-limoneuse avec accentuation de la teneur en argile avec la profondeur. Les graviers apparaissent à partir de 25 cm. Quelques traces d'oxydation apparaissent dès la surface.	Oxydation > 5%	Oxydation > 5%			
AH13	25		Indéterminé	Texture argilo-limoneuse avec accentuation de la teneur en argile avec la profondeur. Les graviers apparaissent à partir de 25 cm. Quelques traces d'oxydation apparaissent dès la surface.	Oxydation < 5%				

Photos des sondages pédologiques

Sont présentés ci-après les photos de différents sondages réalisés sur la zone d'étude.



MSP7



MSP5



MSP12

Analyse des enjeux écologiques présents

Les inventaires floristiques et faunistiques menés dans le cadre de l'étude débouchent sur une définition, une localisation et une hiérarchisation des enjeux écologiques.

L'évaluation des enjeux écologiques se décompose en 4 étapes :

- Évaluation des enjeux phytoécologiques des habitats naturels (enjeu intrinsèque de chaque habitat) ;
- Évaluation des enjeux floristiques (enjeux par espèce, puis du cortège floristique de l'habitat) ;
- Évaluation des enjeux faunistiques (enjeux par espèce, puis du peuplement faunistique de l'habitat) ;
- Évaluation globale des enjeux par habitat ou complexe d'habitats.

Le niveau d'enjeu régional de chaque espèce végétale ou animale est défini, prenant en compte les critères :

- de menaces (habitats ou espèces inscrites en liste rouge régionale ou départementale-méthode IUCN notamment) ;
- de rareté (liste établies par les Conservatoires Botaniques Nationaux, Atlas faune/flore...).

Au final, 5 niveaux d'enjeu sont définis :

- Très fort ;
- Fort ;
- Assez fort ;
- Moyen ;
- Faible.

Afin d'adapter l'évaluation au site d'étude (définition d'un enjeu stationnel ou local), un ajustement des niveaux d'enjeu peut être pratiqué à deux reprises :

- pour pondérer de plus ou moins un niveau, le niveau d'enjeu d'une espèce ;
- pour pondérer de plus ou moins un niveau, le niveau d'enjeu global d'un habitat.

Pour un habitat d'espèce donné, c'est le niveau d'enjeu le plus élevé qui lui confère son niveau d'enjeu global.

Niveau d'enjeu intrinsèque des habitats « naturels »

Il s'agit ici des enjeux liés à la **valeur intrinsèque des habitats naturels** décrits sur le site d'étude, indépendamment des espèces végétales d'intérêt patrimonial recensées dans ces habitats.

Le niveau d'enjeu intrinsèque régional de chaque habitat est ainsi évalué en fonction de sa **vulnérabilité (degré de rareté, niveau de menace)**. Ce niveau est notamment estimé d'après la liste rouge des habitats naturels de la région et d'après les connaissances que nous avons acquises au cours des nombreuses études déjà menées.

Vulnérabilité de l'habitat au niveau régional		Niveau d'enjeu intrinsèque régional
CR	Habitat en danger critique d'extinction au niveau régional	Très fort
EN	Habitat en danger d'extinction au niveau régional	Fort
VU	Habitat vulnérable au niveau régional	Assez fort
NT	Habitat quasi-menacé au niveau régional	Moyen
LC	Habitat non menacé pour lequel les préoccupations sont mineures	Faible

Le niveau d'enjeu intrinsèque régional est, si besoin, ajusté de +/- 1 cran **au niveau local**, au regard de l'**état de conservation sur le site** (surface, structure, état de dégradation, fonctionnalité) de la **typicité** (cortège caractéristique), de l'**ancienneté / maturité**, notamment pour les boisements ou les milieux tourbeux et de la **responsabilité de la localité** pour la conservation de l'habitat dans son aire de répartition naturelle.

Les listes d'habitats déterminants de ZNIEFF, les publications régionales et les avis d'experts peuvent également être pris en compte, quand ils existent.

D'une manière plus large, l'évaluation phytoécologique intègre donc des paramètres qualitatifs comme :

- l'originalité des conditions écologiques (sol, eau, pente...) : plus les conditions géologiques, pédologiques, topographiques, hydrauliques... sont particulières et rarement rencontrées dans la région, plus les chances de découvrir des espèces végétales ou animales peu fréquentes augmentent ;
- la proximité de formations analogues : plus une formation est isolée, plus sa valeur relative est grande (cette notion ne vaut que pour des habitats peu dégradés) ;
- l'ancienneté d'une formation lorsque des données sont disponibles. Ainsi une vieille Chênaie sera considérée comme potentiellement beaucoup plus riche sur le plan écologique qu'une jeune chênaie de même nature, une lande ou une prairie permanente ancienne qu'une culture ou qu'une friche récente ;
- l'**artificialisation** ou degré d'éloignement de l'état naturel (opposition entre des formations à évolution spontanée et des formations plus ou moins perturbées ou créées par l'homme). Trois catégories de critères sont prises en compte afin d'apprécier le degré d'**artificialisation** d'une formation :
 - **la flore** : on distingue dans la flore d'un site, des espèces spontanées et des espèces dont la présence est due à l'homme. Parmi les espèces spontanées, on distingue des espèces autochtones (ou indigènes) de la région phytogéographique retenue et des espèces naturalisées, c'est-à-dire d'origine exotique mais qui se comportent comme si elles appartenaient à la flore régionale. Parmi les espèces non spontanées, on a des espèces subs spontanées (échappées des jardins ou cultures) et des espèces directement plantées ou

cultivées. On considère que les espèces non autochtones (= allochtones) traduisent une certaine artificialisation de la formation :

- le substrat (sol ou eau) : un sol peut subir différents types d'altération d'origine humaine (anthropisation) soit physiques (tassement, sols remués, destruction totale par décapage...) soit chimiques (eutrophisation en particulier par les nitrates, pesticides divers...). De même les eaux peuvent être altérées par des polluants physiques (turbidité) ou chimiques (eutrophisation et polluants variés) ;
- l'exploitation : les principaux types d'exploitation sont ceux de l'agriculture et de la sylviculture, mais on peut aussi considérer les entretiens plus ou moins réguliers. Lorsque l'exploitation se traduit par une pression forte et constante sur le milieu, elle est dite intensive (labours, pâturages intensifs, gazon, populiculture industrielle, désherbage, fumure...). Si elle se cantonne à des interventions modérées ou peu fréquentes, elle est extensive (fauche annuelle, sylviculture, pâturages extensifs, entretien léger des bermes...).

Niveau d'enjeu floristique des habitats « naturels »

Le niveau d'enjeu floristique des habitats est fondé sur le degré de menace (liste rouge IUCN...) et le niveau de rareté (listes de rareté des CBN...) au niveau régional des espèces inventoriées. Le statut de protection n'est pas pris en compte au moment de l'évaluation écologique mais lors de la définition des enjeux réglementaires.

Il s'agit ici du **niveau d'enjeu floristique de chaque habitat**. La définition de ce niveau d'enjeu par habitat comporte deux étapes :

- définition du niveau d'enjeu de chaque espèce à enjeu ;
- définition du niveau d'enjeu floristique de l'habitat, en fonction des espèces à enjeu présentes.

Dans ce contexte, le premier tableau expose les critères d'attribution des niveaux d'enjeu par espèce végétale à enjeu et le deuxième tableau explique comment est évalué le niveau d'enjeu floristique des habitats en fonction des espèces à enjeu présentes.

Le troisième tableau indique quant à lui la répartition des espèces végétales à enjeu au sein des habitats du site. Enfin, le quatrième et dernier tableau présente les résultats de l'évaluation, c'est-à-dire le niveau d'enjeu floristique attribué à chaque habitat.

Statut de menace/rareté		Niveau d'enjeu régional de l'espèce
CR	Espèce végétale en danger critique d'extinction au niveau régional	Très fort
EN	Espèce végétale en danger d'extinction au niveau régional	Fort
VU NT et RRR	Espèce végétale vulnérable au niveau régional Espèce végétale quasi-menacée et extrêmement rare au niveau régional	Assez fort
NT LC mais RR ou RRR	Espèce végétale quasi-menacée au niveau régional Espèce végétale non menacée mais très rare ou extrêmement rare au niveau régional	Moyen
LC	Espèce végétale non menacée, souvent assez commune à très commune, parfois assez rare ou rare	Faible

Ce niveau d'enjeu est dans un premier temps défini **au niveau régional**, sur la base des critères énoncés dans le tableau ci-dessous, puis, si besoin, ajusté de +/- 1 cran **au niveau du site (ajustement stationnel)**.

Cet ajustement stationnel se fait au regard de la **rareté infrarégionale de l'espèce**, de la **dynamique de la métapopulation concernée**, de l'**état de conservation de la population du site** (surface, nombre d'individus, état sanitaire, qualité de l'habitat...) et de la **responsabilité de la station** pour la conservation de l'espèce dans son aire de répartition naturelle (espèce biogéographiquement localisée, endémisme restreint).

Une fois le niveau d'enjeu stationnel de chaque espèce à enjeu défini, le niveau d'enjeu floristique de chaque habitat est évalué en fonction des espèces qu'il abrite, selon les critères présentés dans le tableau ci-dessous.

Spécies végétales à enjeu présentes	Niveau d'enjeu floristique de l'habitat
1 espèce à enjeu Très fort Ou 2 espèces à enjeu Fort	Très fort
1 espèce à enjeu Fort Ou 4 espèces à enjeu Assez fort	Fort
1 espèce à enjeu Assez fort Ou 6 espèces à enjeu Moyen	Assez fort
1 espèce à enjeu Moyen	Moyen
Présence uniquement d'espèces végétales de niveau d'enjeu faible	Faible

Niveau d'enjeu faunistique des habitats « naturels »

La démarche globale est la même que pour la flore, mais les critères sont légèrement différents (Ils sont présentés dans les tableaux ci-dessous). L'évaluation est réalisée séparément pour chaque groupe faunistique (oiseaux, chiroptères, autres mammifères, amphibiens, reptiles, odonates, lépidoptères rhopalocères, orthoptères...). C'est le groupe obtenant le plus haut niveau d'enjeu qui confère à l'habitat son niveau d'enjeu faunistique.

Comme pour la flore, le niveau d'enjeu faunistique des habitats repose sur le degré de menace (liste rouge UICN...) et le niveau de rareté au niveau régional (listes de rareté établies par Ecosphère sur les bases des études menées dans la région ou issus d'atlas régionaux) des espèces inventoriées. Le statut de protection n'est, là encore, pas pris en compte au moment de l'évaluation écologique mais lors de la définition des enjeux réglementaires.

L'évaluation faunistique intègre des paramètres écologiques d'une échelle en général supérieure à celle de la valeur phytoécologique ou floristique. Cette valeur est avant tout fonction de la structure et de l'agencement des habitats : ces derniers associent souvent plusieurs groupements végétaux ou parties de groupements végétaux complémentaires. Ceci est particulièrement le cas pour les vertébrés. Les Invertébrés occupent une position intermédiaire.

Au-delà des critères de rareté et de menace de chaque espèce, l'évaluation faunistique tient compte de :

- la diversité des peuplements utilisant l'habitat ;
- l'importance des habitats ou parties d'habitats pour les espèces remarquables : zone primordiale (secteurs de gîte pour les mammifères, lieux d'hibernation pour les chiroptères, etc.) ou secondaire (zones de gagnage, abris temporaires, etc.) ;
- la place de l'habitat, et plus largement du site, au sein des continuités écologiques locales.

Statut de menace/rareté	Niveau d'enjeu régional de l'espèce
CR	Espèce animale en danger critique d'extinction au niveau régional

EN	Espèce animale en danger d'extinction au niveau régional	Fort
VU NT et au moins R	Espèce animale vulnérable au niveau régional Espèce animale quasi-menacée et au moins rare au niveau régional	Assez fort
NT LC mais au moins AR (voire AC)	Espèce animale quasi-menacée au niveau régional Espèce animale non menacée mais peu commune au niveau régional	Moyen
LC	Espèce animale non menacée, souvent assez commune à très commune, parfois assez rare ou rare	Faible

Comme pour la flore, ce niveau d'enjeu régional est, si besoin, ajusté de +/- 1 cran au niveau stationnel au regard de la rareté infrarégionale, de la dynamique de la métapopulation concernée, de l'état de conservation de la population du site (nombre d'individus, qualité de l'habitat...) et de la responsabilité de la station pour la conservation de l'espèce dans son aire de répartition naturelle (espèce biogéographiquement localisée, endémisme restreint).

Espèces animales à enjeu présentes	Niveau d'enjeu faunistique de l'habitat
1 espèce à enjeu Très fort Ou 2 espèces à enjeu Fort	Très fort
1 espèce à enjeu Fort Ou 4 espèces à enjeu Assez fort	Fort
1 espèce à enjeu Assez fort Ou 6 espèces à enjeu Moyen	Assez fort
1 espèce à enjeu Moyen	Moyen
Présence uniquement d'espèces animales de niveau d'enjeu faible	Faible

On précisera que, pour la faune, la carte des habitats d'espèces s'appuie autant que possible sur celle de la végétation mais, un habitat faunistique peut dans certains cas être, soit plus large, soit plus restreint que l'habitat naturel défini sur des critères de végétation.

L'habitat faunistique correspond ainsi :

- aux habitats de reproduction et aux aires de repos ;
- aux aires d'alimentation indispensables au bon accomplissement du cycle biologique de l'espèce ;
- aux axes de déplacement régulièrement fréquentés ;
- aux sites d'hivernage et de stationnement migratoire d'intérêt significatif.

Niveau d'enjeu global des habitats « naturels »

Pour un habitat donné, le niveau d'enjeu écologique global dépend des 3 types d'enjeux unitaires définis précédemment :

- le niveau d'enjeu intrinsèque de l'habitat ;
- le niveau d'enjeu floristique ;
- le niveau d'enjeu faunistique.

Le niveau d'enjeu écologique global par habitat correspond ainsi au niveau d'enjeu unitaire le plus fort au sein de cette unité, éventuellement modulé/pondéré d'un niveau.

Le niveau d'enjeu écologique global est ainsi, si besoin, ajusté de +/- 1 cran en fonction notamment du rôle fonctionnel de l'habitat dans son environnement et de ses potentialités écologiques :

- Rôle hydroécologique :
- Complémentarité fonctionnelle avec les autres habitats ;
- Rôle dans le maintien des sols ;
- Rôle dans les continuités écologiques ;
- Zone privilégiée d'alimentation, de repos ou d'hivernage ;
- Richesse spécifique élevée ;
- Effectifs importants d'espèces banales, etc.

NB : application du niveau d'enjeu spécifique à l'habitat :

- Si l'habitat est favorable de façon homogène : le niveau d'enjeu s'applique à l'ensemble de l'habitat d'espèce ;
- Si l'habitat est favorable de façon partielle : le niveau d'enjeu s'applique à une partie de l'habitat d'espèce, voire uniquement à la station.

Méthode d'analyse des impacts et de définition des mesures ERC

Évaluations des impacts sur les habitats et les espèces à enjeu

Ce chapitre vise à évaluer en quoi le projet risque de modifier les caractéristiques écologiques du site. L'objectif est de définir les différents types d'impacts (analyse prédictive) et d'en estimer successivement l'intensité puis le niveau d'impact.

Les différents types d'impacts suivants sont classiquement distingués :

- Les impacts directs sont les impacts résultant de l'action directe de la mise en place ou du fonctionnement de l'aménagement sur les milieux naturels. Pour identifier les impacts directs, il faut prendre en compte à la fois les emprises de l'aménagement mais aussi l'ensemble des modifications qui lui sont directement liées (zone d'emprunt et de dépôts, pistes d'accès, ...);
- Les impacts indirects correspondent aux conséquences des impacts directs, conséquences se produisant parfois à distance de l'aménagement (par ex. cas d'une modification des écoulements au niveau d'un aménagement, engendrant une perturbation du régime d'alimentation en eau d'une zone humide située en aval hydraulique d'un projet) ;
- Les impacts induits sont des impacts indirects non liés au projet lui-même mais à d'autres aménagements et/ou à des modifications induites par le projet (par ex. remembrement agricole après passage d'une grande infrastructure de transport, développement de ZAC à proximité des échangeurs autoroutiers, augmentation de la fréquentation par le public entraînant un dérangement accru de la faune aux environs du projet) ;
- Les impacts permanents sont les impacts liés à l'exploitation, à l'aménagement ou aux travaux préalables et qui seront irréversibles ;
- Les impacts temporaires correspondent généralement aux impacts liés à la phase travaux. Après travaux, il convient d'évaluer l'impact permanent résiduel qui peut résulter de ce type d'impact (par ex. le dépôt temporaire de matériaux sur un espace naturel peut perturber l'habitat de façon plus ou moins irréversible) ;
- Les effets cumulés avec des infrastructures ou aménagements déjà en place

D'une manière générale, les impacts potentiels d'un projet d'aménagement sont les suivants :

- modification des facteurs abiotiques et des conditions stationnelles (modèle du sol, composition du sol, hydrologie...) ;
- destruction d'habitats naturels ;
- destruction d'individus ou d'habitats d'espèces végétales ou animales, en particulier d'intérêt patrimonial ou protégées ;
- perturbation des écosystèmes (coupure ou perturbation de continuités écologiques, pollution, bruit, lumière, dérangement de la faune...), ...

Ce processus d'évaluation suit la séquence ERC (Éviter/Réduire/Compenser) et conduit à :

- proposer dans un premier temps différentes mesures visant à éviter, réduire les impacts bruts (impacts avant mise en œuvre des mesures d'évitement et de réduction) ;
- évaluer ensuite le niveau d'impact résiduel après mesures de réduction et d'évitement ;
- proposer enfin des mesures de compensation si les impacts résiduels restent significatifs. Ces mesures seront proportionnelles au niveau d'impacts résiduel.

Des mesures d'accompagnement peuvent également être définies afin d'apporter une plus-value écologique au projet (hors cadre réglementaire).

L'analyse des impacts attendus est réalisée en confrontant les niveaux d'enjeux écologiques, préalablement définis, aux caractéristiques techniques du projet. Elle passe donc par une évaluation de la sensibilité des habitats et des espèces aux impacts prévisibles du projet. Elle comprend deux approches complémentaires :

une approche « quantitative » basée sur un linéaire ou une surface d'un habitat naturel ou d'un habitat d'espèce impacté. L'aspect quantitatif n'est abordé qu'en fonction de sa pertinence dans l'évaluation des impacts ;

une approche « qualitative », qui concerne notamment les enjeux non quantifiables en surface ou en linéaire comme les aspects fonctionnels. Elle implique une analyse du contexte local pour évaluer le degré d'altération de l'habitat ou de la fonction écologique analysée (axe de déplacement par exemple).

La méthode d'analyse porte sur les **impacts directs ou indirects du projet** qu'ils soient temporaires ou permanents, proches ou distants.

Tout comme un niveau d'enjeu a été déterminé précédemment, un niveau d'impact est défini pour chaque habitat naturel ou semi-naturel, espèce, habitat d'espèces ou éventuellement fonction écologique (par exemple un corridor).

De façon logique, **le niveau d'impact ne peut pas être supérieur au niveau d'enjeu**. Ainsi, l'effet² maximal sur un enjeu assez fort (destruction totale) ne peut dépasser un niveau d'impact assez fort : « On ne peut donc pas perdre plus que ce qui est mis en jeu ».

Le niveau d'impact dépend donc du **niveau d'enjeu**, que nous confrontons avec l'**intensité d'un type d'impact sur une ou plusieurs composantes de l'état initial**.

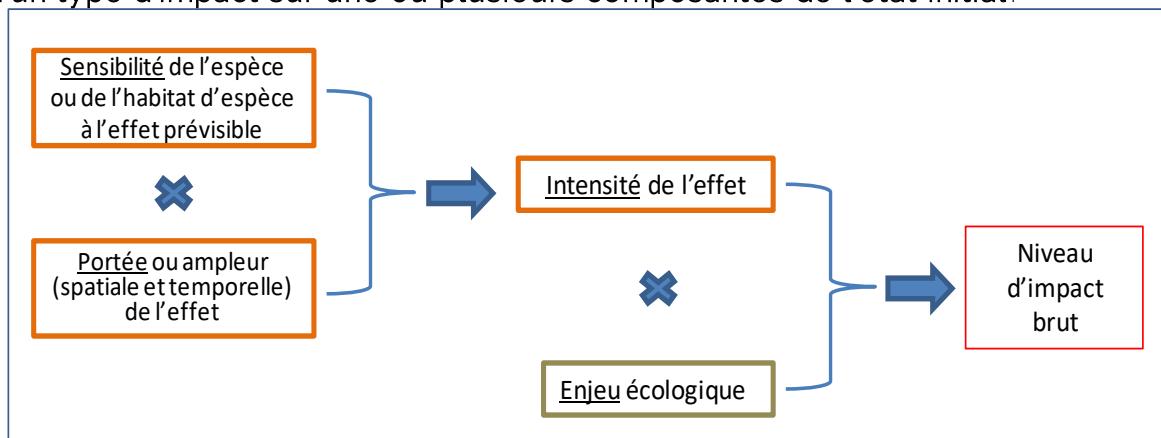


Figure 7 : Schéma de la démarche d'évaluation du niveau d'impact brut

L'intensité d'un type d'impact résulte ainsi du croisement entre :

² Les termes « effet » et « impact » n'ont pas totalement la même signification. L'effet décrit la conséquence objective du projet sur l'environnement. L'impact est la transposition de cette conséquence objective sur une composante de l'environnement.

- la **sensibilité des espèces à un type d'impact**. Elle correspond à l'aptitude d'une espèce ou d'un habitat à réagir plus ou moins fortement à un ou plusieurs effets liés à un projet. Cette analyse prédictive prend en compte la biologie et l'écologie des espèces et des habitats, ainsi que leur capacité de résilience, de tolérance et d'adaptation, au regard de la nature d'un type d'impact prévisible. Trois niveaux de sensibilité sont définis :
 - **Fort**: La sensibilité d'une composante du milieu naturel à un type d'impact est forte, lorsque cette composante (espèce, habitat, fonctionnalité) est susceptible de réagir fortement à un effet produit par le projet, et risque d'être altérée ou perturbée de manière importante, provoquant un bouleversement conséquent de son abondance, de sa répartition, de sa qualité et de son fonctionnement ;
 - **Moyen**: La sensibilité d'une composante du milieu naturel à un type d'impact est moyenne lorsque cette composante est susceptible de réagir de manière plus modérée à un effet produit par le projet, mais risque d'être altérée ou perturbée de manière encore notable, provoquant un bouleversement sensible de son abondance, de sa répartition, de sa qualité et de son fonctionnement ;
 - **Faible**: La sensibilité d'une composante du milieu naturel à un type d'impact est faible, lorsque cette composante est susceptible de réagir plus faiblement à un effet produit par le projet, sans risquer d'être altérée ou perturbée de manière sensible.
- la **portée de l'impact**. Elle correspond à l'ampleur de l'impact sur une composante du milieu naturel (individus, habitats, fonctionnalité écologique...) dans le temps et dans l'espace. Elle est d'autant plus forte que l'impact du projet s'inscrit dans la durée et concerne une proportion importante de l'habitat ou de la population locale de l'espèce concernée. Elle dépend donc notamment de la durée, de la fréquence, de la réversibilité ou de l'irréversibilité de l'impact, de la période de survenue de cet impact, ainsi que du nombre d'individus ou de la surface impacté, en tenant compte des éventuels cumuls d'impacts. Trois niveaux de portée sont définis :
 - **Fort**: lorsque la surface ou le nombre d'individus ou la fonctionnalité écologique d'une composante naturelle (habitat, habitat d'espèce, population locale) est impactée de façon importante (à titre indicatif, > 20 % de la surface ou du nombre d'individus ou altération forte des fonctionnalités au niveau du site d'étude) et irréversible dans le temps ;
 - **Moyen**: lorsque la surface ou le nombre d'individus ou la fonctionnalité écologique d'une composante naturelle (habitat, habitat d'espèce, population locale) est impactée de façon modérée (à titre indicatif, de 5 % à 20 % de la surface ou du nombre d'individus ou altération limitée des fonctionnalités au niveau du site d'étude) et temporaire ;
 - **Faible**: lorsque la surface, le nombre d'individus ou la fonctionnalité écologique d'une composante naturelle (habitat, habitat d'espèce, population locale) est impactée de façon marginale (à titre indicatif, < 5 % de la surface ou du nombre d'individus ou altération marginale des fonctionnalités au niveau du site d'étude) et très limitée dans le temps.

		Niveau de sensibilité		
		Fort	Moyen	Faible
Niveau de portée de l'impact	Fort	Fort	Moyen	Faible
	Assez fort	Assez fort	Moyen	

Moyen	Assez fort	Moyen	Faible
Faible	Moyen à faible	Faible	Faible à négligeable

Des impacts neutres (impacts sans conséquence sur la biodiversité et le patrimoine naturel) ou positifs (impacts bénéfiques à la biodiversité et au patrimoine naturel) sont également envisageables. Dans ce cas, ils sont pris en compte dans l'évaluation globale des impacts et la définition des mesures.

Pour obtenir le niveau d'impact (brut ou résiduel), nous croisons les niveaux d'enjeu avec l'intensité de l'impact préalablement défini. Au final, six niveaux d'impact (Très Fort, Fort, Assez fort, Moyen, Faible, Négligeable ; voire nul) ont été définis comme indiqué dans le tableau suivant :

		Niveau d'enjeu impacté				
Intensité de l'impact		Très fort	Fort	Assez fort	Moyen	Faible
Fort	Très fort	Fort	Assez fort	Moyen	Faible à moyen	Faible
Assez fort	Fort	Assez fort	Moyen	Faible à moyen	Faible	Faible
Moyen	Assez fort	Moyen	Faible à moyen	Faible	Négligeable	Négligeable
Faible à négligeable	Moyen à faible	Faible	Faible à négligeable	Négligeable	Négligeable à nul	Négligeable à nul

En définitive, le niveau d'impact brut permet de justifier des mesures proportionnelles au préjudice sur le patrimoine naturel (espèces, habitats naturels et semi-naturels, habitats d'espèce, fonctionnalités). Le cas échéant (si l'impact résiduel après mesure d'évitement et de réduction reste significatif), le principe de proportionnalité (principe retenu en droit national et européen) permet de justifier le niveau des compensations.

Évaluation des impacts sur les fonctionnalités écologiques et la nature ordinaire

Les enjeux écologiques d'un site ne se limitent pas à l'intérêt patrimonial des habitats et des espèces qui le composent mais doivent également prendre en compte différents niveaux de fonctionnalités écosystémiques. En effet, les habitats jouent des rôles multiples, aussi bien pour les espèces rares et menacées que pour la nature dite « ordinaire ».

Les 2 principales fonctions écologiques à prendre en considération sont les suivantes :

- **La capacité d'accueil général de l'habitat pour les espèces.** Il s'agit d'apprécier dans quelle mesure l'habitat a un rôle particulier de réservoir de biodiversité. Plusieurs critères sont pris en compte : diversité ou abondance remarquable d'espèces communes, rôle particulier dans le cycle de vie des espèces (zone d'alimentation, aire de repos ou site d'hivernage privilégié...), réservoir pour les insectes pollinisateurs.... Le niveau d'enjeu est apprécié en fonction du niveau d'importance régionale. On distinguera :
 - **Les habitats à forte capacité d'accueil :** ils ont une diversité particulièrement importante ou abritent des populations pérennes et très abondantes d'espèces communes liées à des espaces naturels (par exemple des stations de milliers d'amphibiens ...) ou constituent des territoires d'alimentation, de repos ou d'hivernage privilégiés au niveau régional (site présumé important à l'échelle de plusieurs dizaines de km de rayon) ➔ Le niveau d'enjeu fonctionnel est considéré comme fort à très fort selon l'importance des populations notamment ;

- **Les habitats à capacité d'accueil assez forte** : ils ont une diversité significativement supérieure à la moyenne ou abritent des populations pérennes et abondantes d'espèces communes liées à des espaces naturels (par exemple des amphibiens, des insectes pollinisateurs...) ou constituent des territoires d'alimentation, de repos ou d'hivernage privilégiés au niveau supra local (site présumé important à l'échelle de 10 km de rayon) → Le niveau d'enjeu fonctionnel est considéré comme assez fort ;
- **Les habitats à capacité d'accueil moyenne** : ces habitats abritent des populations moyennement abondantes et diversifiées. Ils peuvent jouer un rôle en tant que territoire d'alimentation, de repos ou d'hivernage mais qui ne dépasse pas le niveau local (plusieurs sites comparables existent dans un rayon de quelques km) → Le niveau d'enjeu fonctionnel est considéré comme moyen ;
- **Les habitats à faible capacité d'accueil** : il s'agit d'habitats dégradés ne jouant pas de rôle particulier aux échelles locales et régionales → Le niveau d'enjeu fonctionnel est considéré comme faible à négligeable.
- **Le rôle en tant que continuité écologique**. Les habitats sont d'autant plus importants qu'ils sont susceptibles de jouer un rôle particulier pour les déplacements quotidiens ou saisonniers des espèces. On distinguera :
 - **Les habitats situés sur des axes d'importance majeure**. Il s'agit de bois, bosquets, haies, formations herbacées, zones humides... constituant des axes de déplacement ou des habitats relais privilégiés. Leur importance régionale est généralement reconnue dans les Schémas Régionaux de Cohérence Écologique (SRCE) ou éventuellement dans des schémas plus locaux (Trame verte et bleue des départements par exemple) → Niveau d'enjeu assez fort à très fort selon l'importance de la continuité écologique ;
 - **Les habitats situés sur des axes d'importance moyenne**. Il s'agit de bois, bosquets, haies, formations herbacées, zones humides... constituant des axes de déplacement ou des habitats relais à une échelle plus locale, généralement reconnue dans certains documents d'urbanisme (Trame verte et bleue des SCOT ou des PLU(i)) → Niveau d'enjeu moyen ;
 - **Les habitats ne constituant pas des continuités d'intérêt particulier**. Il s'agit soit d'habitats isolés, soit d'habitats traversés de façon diffuse par différentes espèces sans que des axes significatifs de déplacement puissent être définis → Niveau d'enjeu faible à négligeable.

Ces 2 principales fonctions écologiques font l'objet d'une évaluation qualitative, à dire d'expert, à partir des informations collectées sur le terrain, des données d'enquête, de la bibliographie et de l'analyse des cartographies disponibles (cartes topographiques, géologiques, pédologiques....).

L'évaluation de l'intensité de l'impact et l'appréciation des niveaux d'impact brut ou résiduel suivent la même procédure que pour les habitats et les espèces.

**ANNEXE 5 : Liste des espèces végétales identifiées
au sein de l'aire d'étude (Ecosphère, 2024)**

Liste des espèces végétales identifiées au sein de l'aire d'étude

Département : Haute-Loire

Communes : Paulhaguet

Lieu-dit : L'étang de Parry

Observateurs : Alexandre Hallez

Périodes d'inventaires Écosphère : Printemps et été 2023

Nomenclature utilisée :

TAXREF v14.0, référentiel taxonomique pour la France. Muséum national d'histoire naturelle (MNHN)

Référence :

Liste rouge de la flore vasculaire d'Auvergne, établi par le conservatoire botanique national du Massif central.

La liste rouge des espèces menacées en France, UICN France, MNHN, FCBN & AFB, 2018. Base de données Julve, 2011

Nombre total de taxons :

*** espèces à enjeu écologique ou réglementaire*

<i>Menaces Liste Rouge UICN</i>		<i>Nbre de taxons</i>
RE	Probablement éteint dans la région	0
CR	En danger critique d'extinction	0
EN	En danger	0
VU	Vulnérable	0
NT	Quasi-menacé	3
LC	Préoccupation mineure	136
DD	Données insuffisantes	0
NA-NE	Non applicable - Non évalué	1
<i>Totaux</i>		140

<i>Statut de protection et Indigénat</i>	<i>Nbre de taxons</i>
Protégée au niveau national (PN)	0
Protégée au niveau régional et départemental (PR-PD)	0
Subspontanée, naturalisée, adventice, plantée ou cultivée (SNAPC)	4
Dont espèces exogènes envahissantes (EEE)	1
Espèce indigène	139
Statut inconnu/Non évalué	
<i>Totaux</i>	140

Légende :

Indigénat : I - Indigène pour la région ; **SNAPC** - Espèce non indigène ;

DH : espèce inscrite à l'annexe 2 ou 4 de la Directive Habitats ;

Protection : **PN** - Protection Nationale ; **PR** - Protection Régionale

Listes Rouge : **LRN** - Liste Rouge National ; **LRR** - Liste Rouge Régionale ;

[CR-en grave danger d'extinction ; EN-En danger ; VU-Vulnérable ; NT-Quasi menacé ; DD-mal documenté, LC-préoccupation mineure]

Niveau d'enjeu : niveau d'enjeu établi d'après le niveau de menace et de rareté de l'espèce au niveau régional, ajusté au site en fonction de l'état de conservation de la population du site et de la responsabilité de la station pour la conservation de l'espèce dans son aire de répartition

EEE : Espèces Exotiques Envahissantes

Nom scientifique	Nom français	Indigenat	Protection		Liste rouge		Niveau d'enjeux
			Nationale	Régionale	Nationale	Régionale	
<i>Abies alba</i> Mill. 1768	Sapin pectiné	I				LC	Faible
<i>Acer campestre</i> L. 1753	Érable champêtre	I				LC	Faible
<i>Achillea millefolium</i> L. 1753	Achillée millefeuille	I				LC	Faible
<i>Agrimonia eupatoria</i> L. 1753	Aigremoine eupatoire	I				LC	Faible
<i>Alopecurus pratensis</i> L. 1753	Vulpin des prés	I				LC	Faible
<i>Alyssum alyssoides</i> (L.) L. 1759	Alysson à calice persistant	I				LC	Faible
<i>Anisantha sterilis</i> (L.) Nevski. 1934	Brome stérile	I				LC	Faible
<i>Anisantha tectorum</i> (L.) Nevski. 1934	Brome des toits	I				LC	Faible
<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm. 1814	Cerfeuil des bois	I				LC	Faible
<i>Anthyllis vulneraria</i> L. 1753	Anthyllide vulnéraire	I				LC	Faible
<i>Aphanes arvensis</i> L. 1753	Aphane des champs	I				LC	Faible
<i>Asperula cynanchica</i> L. 1753	Aspérule des sables	I				LC	Faible
<i>Avenula pubescens</i> (Huds.) Dumort. 1868	Avoine pubescente	I				LC	Faible
<i>Barbarea vulgaris</i> W.T.Aiton. 1812	Barbarée commune	I				LC	Faible
<i>Bellis perennis</i> L. 1753	Pâquerette vivace	I				LC	Faible

Nom scientifique	Nom français	Indigenat	Protection		Liste rouge		Niveau d'enjeux
			Nationale	Régionale	Nationale	Régionale	
<i>Brachypodium rupestre</i> (Host) Roem. & Schult., 1817	Brachypode des rochers	I				LC	Faible
<i>Bromus hordeaceus</i> L., 1753	Brome mou	I				LC	Faible
<i>Bryonia dioica</i> Jacq., 1774	Bryone dioïque	I				LC	Faible
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik., 1792	Capselle bourse-à-pasteur	I				LC	Faible
<i>Carex flacca</i> Schreb., 1771	Laîche glauque	I				LC	Faible
<i>Carex spicata</i> Huds., 1762	Laîche en épis	I				LC	Faible
<i>Caucalis platycarpos</i> L., 1753	Caucalis à fruits plats	I				NT	Moyen
<i>Centaurea jacea</i> L., 1753	Centaurée jacée	I				LC	Faible
<i>Cerastium fontanum</i> subsp. <i>vulgare</i> (Hartm.) Greuter & Burdet, 1982	Céraiste commun	I				LC	Faible
<i>Chenopodium album</i> L., 1753	Chénopode blanc	I				LC	Faible
<i>Cirsium eriophorum</i> (L.) Scop., 1772	Cirse laineux	I				LC	Faible
<i>Convolvulus arvensis</i> L., 1753	Liseron des champs	I				LC	Faible
<i>Crataegus laevigata</i> (Poir.) DC., 1825	Aubépine à deux styles	I				LC	Faible
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq., 1775	Aubépine à un style	I				LC	Faible
<i>Dactylis glomerata</i> L., 1753	Dactyle aggloméré	I				LC	Faible
<i>Dianthus carthusianorum</i> L., 1753	Oeillet des Chartreux	I				LC	Faible
<i>Dipsacus fullonum</i> L., 1753	Cardère sauvage	I				LC	Faible
<i>Echium vulgare</i> L., 1753	Vipérine commune	I				LC	Faible
<i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roem. & Schult., 1817	Scirpe des marais	I				LC	Faible
<i>Epilobium montanum</i> L., 1753	Épilobe des montagnes	I				LC	Faible

Nom scientifique	Nom français	Indigenat	Protection		Liste rouge		Niveau d'enjeux
			Nationale	Régionale	Nationale	Régionale	
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hér., 1789	Érodium à feuilles de cigue					LC	Faible
<i>Ervilia hirsuta</i> (L.) Opiz, 1852	Vesce hérissée					LC	Faible
<i>Eryngium campestre</i> L., 1753	Panicaut champêtre					LC	Faible
<i>Euonymus europaeus</i> L., 1753	Fusain d'Europe					LC	Faible
<i>Euphorbia helioscopia</i> L., 1753	Euphorbe réveil-matin					LC	Faible
<i>Fagus sylvatica</i> L., 1753	Hêtre commun					LC	Faible
<i>Filago germanica</i> L., 1763	Cotonnière commune					LC	Faible
<i>Fumaria muralis</i> Sond. ex W.D.J.Koch, 1845	Fumeterre des murs					LC	Faible
<i>Fumaria officinalis</i> L., 1753	Fumeterre officinale					LC	Faible
<i>Galium aparine</i> L., 1753	Gaillet gratteron					LC	Faible
<i>Galium mollugo</i> L., 1753	Gaillet mollugine					LC	Faible
<i>Galium pumilum</i> Murray, 1770	Gaillet rude					LC	Faible
<i>Galium verum</i> L., 1753	Gaillet jaune					LC	Faible
<i>Geranium columbinum</i> L., 1753	Géranium colombin					LC	Faible
<i>Geranium dissectum</i> L., 1755	Géranium découpé					LC	Faible
<i>Geranium sanguineum</i> L., 1753	Géranium sanguin					LC	Faible
<i>Geum urbanum</i> L., 1753	Benoîte commune					LC	Faible
<i>Helianthemum nummularium</i> (L.) Mill., 1768	Hélianthème commun					LC	Faible
<i>Heracleum sphondylium</i> L., 1753	Grande Berce					LC	Faible
<i>Hordeum murinum</i> L., 1753	Orge Queue-de-rat					LC	Faible
<i>Hypericum perforatum</i> L., 1753	Millepertuis perforé					LC	Faible

Nom scientifique	Nom français	Indigenat	Protection		Liste rouge		Niveau d'enjeux
			Nationale	Régionale	Nationale	Régionale	
<i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult., 1828	Knautie des champs	I				LC	Faible
<i>Lamium purpureum</i> L., 1753	Lamier pourpre	I				LC	Faible
<i>Lathyrus nissolia</i> L., 1753	Gesse de Nissolle	I				LC	Faible
<i>Lathyrus pratensis</i> L., 1753	Gesse des prés	I				LC	Faible
<i>Lathyrus sphaericus</i> Retz., 1783	Gesse à fruits ronds	I				NT	Moyen
<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam., 1779	Marguerite commune	I				LC	Faible
<i>Lithospermum officinale</i> L., 1753	Grémil officinal	I				LC	Faible
<i>Lolium multiflorum</i> Lam., 1779	lvraie multiflore	I?				LC	Faible
<i>Lolium perenne</i> L., 1753	lvraie vivace	I				LC	Faible
<i>Lotus corniculatus</i> L., 1753	Lotier corniculé	I				LC	Faible
<i>Luzula campestris</i> (L.) DC., 1805	Luzule champêtre	I				LC	Faible
<i>Lycopsis arvensis</i> L., 1753	Buglosse des champs	I				LC	Faible
<i>Malva neglecta</i> Wallr., 1824	Petite mauve	I				LC	Faible
<i>Matricaria discoidea</i> DC., 1838	Matricaire discoïde	SNAPC				NA	Faible
<i>Medicago arabica</i> (L.) Huds., 1762	Luzerne tachetée	I				LC	Faible
<i>Medicago polymorpha</i> L., 1753	Luzerne polymorphe	I				LC	Faible
<i>Medicago sativa</i> L., 1753	Luzerne cultivée	SNAPC				NA	Faible
<i>Melica ciliata</i> L., 1753	Mélique ciliée	I				LC	Faible
<i>Melittis melissophyllum</i> L., 1753	Mélitte à feuilles de Mélisse	I				LC	Faible
<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill, 1764	Myosotis des champs	I				LC	Faible
<i>Myosotis ramosissima</i> Rochel, 1814	Myosotis rameux	I				LC	Faible
<i>Ophioglossum vulgatum</i> L., 1753	Ophioglosse commun	I				NT	Moyen

Nom scientifique	Nom français	Indigenat	Protection		Liste rouge		Niveau d'enjeux
			Nationale	Régionale	Nationale	Régionale	
<i>Petrorhagia prolifera</i> (L.) P.W.Ball & Heywood, 1964	Oeillet prolifère					LC	Faible
<i>Phleum pratense</i> L., 1753	Fléole des prés					LC	Faible
<i>Plantago lanceolata</i> L., 1753	Plantain lancéolé					LC	Faible
<i>Poa annua</i> L., 1753	Pâturin annuel					LC	Faible
<i>Poa bulbosa</i> var. <i>bulbosa</i> L., 1753	Pâturin bulbeux					LC	Faible
<i>Poa nemoralis</i> L., 1753	Pâturin des bois					LC	Faible
<i>Poa pratensis</i> L., 1753	Pâturin des prés					LC	Faible
<i>Poa trivialis</i> L., 1753	Pâturin commun					LC	Faible
<i>Polygonum aviculare</i> L., 1753	Renouée des oiseaux					LC	Faible
<i>Potentilla argentea</i> L., 1753	Potentille argentée					LC	Faible
<i>Potentilla reptans</i> L., 1753	Potentille rampante					LC	Faible
<i>Primula veris</i> L., 1753	Primevère officinale					LC	Faible
<i>Prunus spinosa</i> L., 1753	Prunellier					LC	Faible
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn, 1879	Fougère aigle					LC	Faible
<i>Quercus robur</i> L., 1753	Chêne pédonculé					LC	Faible
<i>Ranunculus acris</i> L., 1753	Renoncule acré					LC	Faible
<i>Ranunculus bulbosus</i> L., 1753	Renoncule bulbeuse					LC	Faible
<i>Rhamnus cathartica</i> L., 1753	Nerprun purgatif					LC	Faible
<i>Rosa canina</i> L., 1753	Rosier des chiens					LC	Faible
<i>Rumex acetosa</i> L., 1753	Oseille des prés					LC	Faible
<i>Rumex crispus</i> L., 1753	Oseille crépue					LC	Faible
<i>Rumex sanguineus</i> L., 1753	Patience sanguine					LC	Faible
<i>Salvia pratensis</i> L., 1753	Sauge des prés					LC	Faible

Nom scientifique	Nom français	Indigenat	Protection		Liste rouge		Niveau d'enjeux
			Nationale	Régionale	Nationale	Régionale	
<i>Saxifraga granulata</i> L., 1753	Saxifrage granulé	I				LC	Faible
<i>Schedonorus arundinaceus</i> (Schreb.) Dumort., 1824	Fétuque faux-roseau	I				LC	Faible
<i>Scleranthus annuus</i> L., 1753	Gnavelle annuelle	I				LC	Faible
<i>Sedum acre</i> L., 1753	Orpin âcre	I				LC	Faible
<i>Sedum album</i> L., 1753	Orpin blanc	I				LC	Faible
<i>Senecio inaequidens</i>	Senecio du Cap					NA	-
<i>Senecio sylvaticus</i> L., 1753	Séneçon des bois	I				LC	Faible
<i>Senecio vulgaris</i> L., 1753	Séneçon commun	I				LC	Faible
<i>Silene latifolia</i> Poir., 1789	Silène à feuilles larges	I				LC	Faible
<i>Sisymbrium officinale</i> (L.) Scop., 1772	Sisymbre officinale	I				LC	Faible
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill, 1769	Laïteron rude	I				LC	Faible
<i>Sonchus oleraceus</i> L., 1753	Laïteron maraîcher	I				LC	Faible
<i>Sorbus aucuparia</i> L., 1753	Sorbier des oiseleurs	I				LC	Faible
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill., 1789	Mouron des oiseaux	I				LC	Faible
<i>Teucrium botrys</i> L., 1753	Germandrée botryde	I				LC	Faible
<i>Thesium pyrenaicum</i> Pourr., 1788	Thésium des Pyrénées	I				LC	Faible
<i>Tragopogon dubius</i> Scop., 1772	Grand Salsifis	I				LC	Faible
<i>Tragopogon pratensis</i> L., 1753	Salsifis des prés	I				LC	Faible
<i>Trifolium dubium</i> Sibth., 1794	Trèfle douteux	I				LC	Faible
<i>Trifolium incarnatum</i> var. <i>molinerii</i> (Balb. ex Hornem.) DC., 1815	Trèfle de Molineri	I				LC	Faible
<i>Trifolium ochroleucon</i> Huds., 1762	Trèfle jaunâtre	I				LC	Faible
<i>Trifolium pratense</i> L., 1753	Trèfle des prés	I				LC	Faible

Nom scientifique	Nom français	Indigenat	Protection		Liste rouge		Niveau d'enjeux
			Nationale	Régionale	Nationale	Régionale	
<i>Trifolium repens</i> L.. 1753	Trèfle rampant	I				LC	Faible
<i>Trifolium rubens</i> L.. 1753	Trèfle rougeâtre	I				LC	Faible
<i>Trifolium striatum</i> L.. 1753	Trèfle strié	I				LC	Faible
<i>Trifolium subterraneum</i> L.. 1753	Trèfle souterrain	I				LC	Faible
<i>Trisetum flavescens</i> (L.) P.Beauv.. 1812	Trisète commune	I				LC	Faible
<i>Ulmus glabra</i> Huds.. 1762	Orme des montagnes	I				LC	Faible
<i>Ulmus minor</i> Mill. 1768	Orme champêtre	I				LC	Faible
<i>Valerianella locusta</i> (L.) Laterr.. 1821	Valérianelle potagère	I				LC	Faible
<i>Verbascum blattaria</i> L.. 1753	Molène Blattaire	I				LC	Faible
<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L.. 1753	Véronique mouron d'eau	I				LC	Faible
<i>Veronica arvensis</i> L.. 1753	Véronique des champs	I				LC	Faible
<i>Veronica chamaedrys</i> subsp. <i>chamaedrys</i> L.. 1753	Véronique petit-chêne	I				LC	Faible
<i>Veronica persica</i> Poir.. 1808	Véronique de Perse	I				-	Faible
<i>Vicia lutea</i> L.. 1753	Vesce jaune	I				LC	Faible
<i>Vicia sativa</i> L.. 1753	Vesce cultivée	I				LC	Faible
<i>Viola arvensis</i> Murray. 1770	Pensée des champs	I				LC	Faible
<i>Vulpia bromoides</i> (L.) Gray. 1821	Vulpie faux-brome	I				LC	Faible

**ANNEXE 6 : Liste des espèces animales identifiées au
sein de l'aire d'étude (Ecosphère, 2024)**

Liste des espèces animales identifiées au sein de l'aire d'étude

Mammifères terrestres

Noms	Directive « Habitats »	Protection	Liste rouge		Niveau d'enjeux
		nationale	nationale	régionale	
Chevreuil (<i>Capreolus capreolus</i>)	-	-	LC	LC	Faible
Renard roux (<i>Vulpes vulpes</i>)	-	-	LC	LC	Faible

Chiroptères

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Directive Habitats	Protection	Liste rouge		Niveau d'enjeux
			nationale	nationale	régionale	
Barbastelle d'Europe	<i>Barbastella barbastellus</i>	Annexe II et IV	Art.2	LC	VU	Assez fort
Grand Murin	<i>Myotis myotis</i>	Annexe II et IV	Art.2	LC	VU	Assez fort
Grand Rhinolophe	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Annexe II et IV	Art.2	LC	EN	Fort
Murin à moustaches	<i>Myotis mystacinus</i>	Annexe IV	Art.2	LC	LC	Faible
Murin à oreilles échancrées	<i>Myotis emarginatus</i>	Annexe II et IV	Art.2	LC	VU	Assez fort
Murin de Daubenton	<i>Myotis daubentonii</i>	Annexe IV	Art.2	LC	LC	Faible
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	Annexe IV	Art.2	VU	NT	Moyen
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	Annexe IV	Art.2	NT	LC	Faible
Oreillard gris	<i>Plecotus austriacus</i>	Annexe IV	Art.2	LC	LC	Faible
Petit Rhinolophe	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Annexe II et IV	Art.2	LC	LC	Faible
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Annexe IV	Art.2	NT	LC	Faible
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Annexe IV	Art.2	LC	LC	Faible
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	Annexe IV	Art.2	NT	VU	Fort

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Directive Habitats	Protection	Liste rouge		Niveau d'enjeux
			nationale	nationale	régionale	
Pipistrelle pygmée	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	Annexe IV	Art.2	LC	NT	Assez fort
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	Annexe IV	Art.2	NT	LC	Faible

Oiseaux

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Statut	Directive « Oiseaux »	Protection	Liste rouge		Niveau d'enjeux
				nationale	nationale	régionale	
Accenteur mouchet	<i>Prunella modularis</i>	Hivernant/Nicheur potentiel	-	Art.3	NT	LC	Moyen
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	Nicheuse probable	-		LC	NT	Faible
Alouette lulu	<i>Lullula arborea</i>	Nicheuse probable	Annexe I	Art.3	NT	LC	Moyen
Bruant jaune	<i>Emberiza citrinella</i>	Nicheur probable	-	Art.3	VU	VU	Assez Fort
Bruant zizi	<i>Emberiza cirlus</i>	Nicheur possible	-	Art.3	LC	LC	Faible
Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	Nicheur possible	-	Art.3	LC	LC	Faible
Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i>	Hivernant/Nicheur possible	-	Art.3	NT	VU	Faible
Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	Nicheuse probable	-		LC	LC	Faible
Etourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	Nicheur probable	-		LC	LC	Faible
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	Nicheur probable	-	Art.3	LC	NT	Faible
Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i>	Nicheuse possible	-	Art.3	LC	LC	Faible
Grand Corbeau	<i>Corvus corax</i>	Transit	-	Art.3	VU	LC	Assez Fort
Grimpereau des jardins	<i>Certhia brachydactyla</i>	Hivernant/Nicheur potentiel	-	Art.3	LC	LC	Faible

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Statut	Directive « Oiseaux »	Protection	Liste rouge		Niveau d'enjeux
				nationale	nationale	régionale	
Grive litorne	<i>Turdus pilaris</i>	Hivernante	-		VU	LC	Faible
Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i>	Hivernant	-	Art.3	NT	LC	Faible
Hirondelle de fenêtre	<i>Delichon urbicum</i>	Transit	-	Art.3	LC	NT	Faible
Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>	Transit	-	Art.3	NT	NT	Moyen
Huppe fasciée	<i>Upupa epops</i>	Nicheuse possible	-	Art.3	VU	LC	Assez Fort
Martinet noir	<i>Apus apus</i>	Transit	-	Art.3	LC	NT	Faible
Merle noir	<i>Turdus merula</i>	Nicheur probable	-		LC	LC	Faible
Mésange bleue	<i>Cyanistes caeruleus</i>	Nicheuse probable	-	Art.3	LC	LC	Faible
Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>	Nicheuse probable	-	Art.3	LC	LC	Faible
Milan noir	<i>Milvus migrans</i>	Transit	Annexe I	Art.3	LC	LC	Faible
Milan royal	<i>Milvus milvus</i>	Transit	Annexe I	Art.3	VU	VU	Assez Fort
Moineau domestique	<i>Passer domesticus</i>	Nicheur probable	-	Art.3	LC	LC	Faible
Moineau friquet	<i>Passer montanus</i>	Nicheur probable	-	Art.3	VU	EN	Assez Fort
Pic épeichette	<i>Dendrocopos minor</i>	Nicheur possible	-	Art.3	LC	VU	Faible
Pic vert	<i>Picus viridis</i>	Nicheur possible	-	Art.3	LC	LC	Faible
Pie bavarde	<i>Pica pica</i>	Nicheuse probable	-		LC	LC	Faible
Pie-grièche écorcheur	<i>Lanius collurio</i>	Nicheuse possible	Annexe I	Art.3	LC	NT	Faible
Pigeon colombin	<i>Columba oenas</i>	Nicheur possible	-		LC	LC	Faible
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	Nicheur possible	-		LC	LC	Faible
Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	Nicheur probable	-	Art.3	LC	LC	Faible

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Statut	Directive « Oiseaux »	Protection	Liste rouge		Niveau d'enjeux
				nationale	nationale	régionale	
Pinson du Nord	<i>Fringilla montifringilla</i>	Hivernant	-	-	-	-	Faible
Pipit farlouse	<i>Anthus pratensis</i>	Hivernant/Migrateur	-	Art.3	NT	VU	Faible
Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>	Nicheur possible	-	Art.3	LC	LC	Faible
Rossignol philomèle	<i>Luscinia megarhynchos</i>	Nicheur possible	-	Art.3	LC	LC	Faible
Rougegorge familier	<i>Erithacus rubecula</i>	Hivernant/Nicheur potentiel	-	Art.3	LC	LC	Faible
Rougequeue à front blanc	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	Migrateur	-	Art.3	LC	LC	Faible
Tarier des prés	<i>Saxicola rubetra</i>	Migrateur	-	Art.3	VU	VU	Faible
Tarin des aulnes	<i>Spinus spinus</i>	Hivernant	-	Art.3	EN	LC	Faible
Vautour fauve	<i>Aegypius monachus</i>	Transit	Annexe I	Art.3	-	-	Faible
Verdier d'Europe	<i>Chloris chloris</i>	Nicheur possible	-	Art.3	LC	VU	Faible

Amphibiens (potentiellement présents)

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Directive « Habitats »	Protection	Liste rouge		Niveau d'enjeux
			nationale	nationale	régionale	
Complexe de Grenouille verte	<i>Pelophylax sp.</i>	-	-	LC	LC	Faible
Crapaud commun/épineux	<i>Bufo bufo / spinosus</i>	-	Art.3	LC	LC	Faible
Grenouille rousse	<i>Rana temporaria</i>	-	Art.3	LC	LC	Moyen
Rainette verte	<i>Hyla arborea</i>		Art.2	LC	LC	Moyen

Reptiles (potentiellement présents)

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Directive « Habitats »	Protection	Liste rouge		Niveau d'enjeux
			nationale	nationale	régionale	
Coronelle lisse	<i>Coronella austriaca</i>	Annexe IV	Art.3	LC	LC	Faible
Couleuvre d'Esculape	<i>Zamenis longissimus</i>	Annexe IV	Art.2	LC	LC	Assez fort
Lézard à deux raies	<i>Lacerta bilineata</i>	Annexe IV	Art.2	LC	LC	Faible
Lézard des murailles	<i>Podarcis muralis</i>	Annexe IV	Art.2	LC	LC	Faible
Orvet fragile	<i>Anguis fragilis</i>	Annexe IV	Art.2	LC	LC	Faible
Vipère aspic	<i>Vipera aspis</i>	Annexe IV	Art.2	LC	LC	Faible

Insectes

Nom français	Nom scientifique	Protection nationale	Directive Habitats	Listes rouges		Niveau d'enjeux
				nationale	régionale	
Papillons de jour						
Azuré de la Bugrane	<i>Polyommatus icarus</i>	-	-	LC	LC	Faible
Demi-deuil	<i>Melanargia galathea</i>	-	-	LC	LC	Faible
Fadet commun ou Procris	<i>Coenonympha pamphilus</i>	-	-	LC	LC	Faible
Grande Tortue	<i>Nymphalis polychloros</i>	-	-	LC	LC	Faible
Hespérie du Dactyle	<i>Thymelicus lineola</i>	-	-	LC	LC	Faible
Mélitée orangée	<i>Melitaea didyma</i>	-	-	LC	LC	Faible
Myrtil	<i>Maniola jurtina</i>	-	-	LC	LC	Faible
Nacré de la Ronce	<i>Brenthis daphne</i>	-	-	LC	LC	Faible
Piéride de la Rave	<i>Pieris rapae</i>	-	-	LC	LC	Faible
Silène	<i>Brintesia circe</i>	-	-	LC	LC	Faible
Souci	<i>Colias crocea</i>	-	-	LC	LC	Faible

Nom français	Nom scientifique	Protection nationale	Directive Habitats	Listes rouges		Niveau d'enjeux
				nationale	régionale	
Thécla du Prunier	<i>Satyrium pruni</i>	-	-	LC	LC	Moyen
Odonates						
Orthétrum réticulé	<i>Orthetrum cancellatum</i>	-	-	LC	LC	Faible
Orthoptères						
Criquet des pâtures	<i>Pseudochorthippus parallelus</i>	-	-	4	LC	Faible
Grande sauterelle verte	<i>Tettigonia viridissima</i>	-	-	4	LC	Faible
Grillon champêtre	<i>Gryllus campestris</i>	-	-	4	LC	Faible
Leptophye ponctuée	<i>Leptophyes punctatissima</i>	-	-	4	LC	Faible
Sténobothre de la Palène	<i>Stenobothrus lineatus</i>	-	-	4	LC	Faible
Coléoptères						
Capricorne du chêne	<i>Cerambyx cerdo</i>	Art.2	An. II et IV	-	VU	Moyen