



ANNEXE N° 8 – NOTICE DESCRIPTIVE

**PROJET D'OMBRIERES
AGRIVOLTAÏQUES DE TOUCY (89)**

TABLE DES MATIÈRES

1	Contexte et description du projet d’ombrières agrivoltaïques	3
2	agrivoltaïsme – Compatibilité avec le décret n°2024-318 du 8 avril 2024.....	4
3	Projet agricole de l’EARL B2F	7
3.1	Presentation de l’exploitation agricole	7
3.2	Intérêt agronomique du projet.....	7
3.3	Choix de la parcelle de projet	10
3.4	Description du projet agricole.....	12
3.4.1	Adéquation du projet avec les besoins fourragers du troupeau	12
3.4.2	Conduite du troupeau	13
3.4.3	Mise en place d’un pâturage tournant dynamique.....	14
3.4.4	Organisation des parcs de pâture sur les parcelles agrivoltaïques	14
3.4.5	Impact des panneaux sur le cycle de pousse de l’herbe sur le territoire concerné	15
3.4.6	Acteurs et rôles respectifs.....	16
3.4.7	Les éléments contractuels du projet	17
3.5	Engagements en phase d’exploitation	18
4	Description technique du projet	19
4.1	Situation.....	19
4.2	Caractéristiques techniques.....	20
4.2.1	Implantation	20
4.2.2	Description de l’installation technique	21
4.2.3	Table résumée des caractéristiques techniques du démonstrateur	28
4.2.4	Raccordement électrique et alimentation en électricité	29
4.2.5	Construction de l’installation agrivoltaïque	31
4.2.6	Exploitation de l’installation agrivoltaïque.....	32
4.2.7	Démantèlement – Réversibilité de l’installation	32
4.3	Intégration du projet dans son environnement.....	35
4.3.1	Procédures et références applicables	35
4.3.2	Réalisation d’une évaluation au cas par cas.....	35
4.4	Documents d’urbanisme.....	36
4.4.1	TOUCY / PLU	36
4.5	Concertation avec les acteurs locaux.....	37
5	Synthèse partie technique du projet.....	38

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Photographie d’une partie des Charolaises de Frédéric BLIN (Source : AS DEV.)	3
Figure 2 : Élevage bovin lait sous structures agrivoltaïques (Source : Université du Minnesota, États Unis).	8
Figure 3 : Historique de l’évolution des systèmes de cultures de la zone d’étude- RPG de 2018 à 2021 (Source : Géoportail).....	12
Figure 4 : Comparaison du cycle de la pousse de l’herbe avec et sans panneaux solaires (Source : AS DEV.).....	15
Figure 5 : Conduite de la prairie en fonction du cycle de pousse de l’herbe (Source : Idèle).....	15
Figure 6 : Liste des opérations de maintenance et de contrôle durant la phase d’ exploitation- Iberdrola	18
Figure 7: Localisation du projet	19
Figure 8 : localisation du projet (source : l’m IN ARCHITECTURE).....	20
Figure 9 : plan d’implantation des ombrières agrivoltaïques (source : l’M IN ARCHITECTURE)	21
Figure 10 : Principe de fonctionnement de l’effet photovoltaïque (source : HESPUL)	22
Figure 11 : Ombrières agrivoltaïques (Bovins) installés sur le site de Toucy (source : l’M IN ARCHITECTURE).....	23
Figure 12 : Plan de coupes – Projet Ombrières agrivoltaïques de Toucy (source : l’M IN ARCHITECTURE)	24
Figure 13 : Plan de coupes – Projet Ombrières agrivoltaïques de Toucy (source : l’M IN ARCHITECTURE)	25
Figure 14 : Plan de la clôture grillagée (source : l’m IN ARCHITECTURE)	26
Figure 15: Plan des portails d’accès (source : l’m IN ARCHITECTURE)	27
Figure 16 : Plan d’une Citerne souple (source : l’m IN ARCHITECTURE)	27
Figure 17 : Exemple d’onduleur décentralisé.....	30
Figure 18 : Plan du poste de transformation.....	30
Figure 19 : Plan du poste de livraison.....	31
Figure 20: Processus de collecte par SOREN (source : SOREN)	33

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1: Caractéristiques techniques du démonstrateur	28
Tableau 2: Procédures et références applicables au projet Toucy	35

1 CONTEXTE ET DESCRIPTION DU PROJET D'OMBRIERES AGRIVOLTAÏQUES

L'agrivoltaïsme se développe aujourd'hui en France avec pour objectif de répondre à une double problématique sociale et environnementale : celle de l'énergie et de l'alimentation. En effet, la production d'énergie renouvelable nécessite de la surface au sol et entraînant de nombreux conflits d'usages autour des réserves foncières : accueil de population, création de zone d'activités, préservation des espaces naturels, écologiques et agricoles... Dans le domaine de l'agro-alimentaire, c'est pour faire face à des productions agricoles impactées par les changements climatiques que **l'agrivoltaïsme représente un réel outil pour le maintien d'une société durable.**

L'agrivoltaïsme apporte une réponse à ces constats. Il s'agit d'un **outil de régulation agroclimatique** qui permet de protéger les cultures des stress (hydriques, radiatifs et thermiques), de maintenir les rendements d'une année à l'autre, tout en produisant une électricité d'origine photovoltaïque.

Le projet d'ombrières agrivoltaïques « Toucy » concerne l'exploitation EARL B2F basée à Toucy (89) et gérée par M. Frédéric BLIN. Suite au départ à la retraite du père de M. BLIN, celui-ci a repris l'exploitation familiale en 2011 en polyculture-élevage, avec un élevage de bovin allaitant, en agriculture conventionnelle. L'exploitation compte aujourd'hui 225 hectares de terres agricoles appartenant toujours à ses parents, et un cheptel d'environ 80 mères.

Le projet d'ombrières agrivoltaïques permettrait de valoriser les petites parcelles de l'exploitation pour y faire pâturer les génisses en introduisant une activité de pâturage tournant, en améliorant le bien être du troupeau au sein de tous les paddocks.



Figure 1 : Photographie d'une partie des Charolaises de Frédéric BLIN (Source : AS DEV.).

2 AGRIVOLTAÏSME – COMPATIBILITE AVEC LE DECRET N°2024-318 DU 8 AVRIL 2024

Le projet d'ombrières agrivoltaïques de Toucy a été conçu en fonction des différentes dispositions de la Loi n°2023-175 du 10 mars 2023 relatif à l'accélération de la production d'énergies renouvelables (APER) ainsi qu'au **décret n°2024-318 du 8 avril 2024 relatif au développement de l'agrivoltaïsme et aux conditions d'implantation des installations photovoltaïques sur des terrains agricoles, naturels ou forestiers.**

L'article 54 de la loi AER encadre le régime des installations agrivoltaïques, en distinguant

- (i) **Les projets agrivoltaïques définis à l'article L. 314-36 du code de l'énergie (apportant un service direct à l'activité agricole) auquel renvoie L. 111-27 du code de l'urbanisme,**
- (ii) (ii) des projets photovoltaïques compatibles avec une activité agricole, pastorale ou forestière définis à l'article L. 111-29 du code de l'urbanisme.

Pour qu'une installation soit qualifiée d'agrivoltaïque, elle doit cumulativement :

- (i) **Se situer sur une parcelle agricole**, c'est-à-dire 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* » ;
- (ii) **Apporter à cette parcelle agricole au moins l'un des services suivants :**
 - L'amélioration du potentiel et de l'impact agronomique, qui consiste en une « *amélioration des qualités agronomiques du sol* » et « *en une augmentation du rendement de la production agricole ou, à défaut, au maintien de ce rendement ou au moins à la réduction de la baisse tendancielle du rendement qui est observée au niveau local* ». Il peut encore s'agir de « *toute installation qui permet une remise en activité agricole ou pastorale d'un terrain agricole inexploité depuis plus de cinq années* » ;
 - L'adaptation au changement climatique, qui consiste en une « *limitation des effets néfastes du changement climatique se traduisant par une augmentation du rendement de la production agricole ou, à défaut, à la réduction, voire au maintien, du taux de la réduction tendancielle du rendement qui est observée au niveau local, ou par une amélioration de la qualité de la production agricole* » ;
 - La protection contre les aléas, qui « *s'apprécie au regard de la protection apportée par les modules agrivoltaïques contre au moins une forme d'aléa météorologique, ponctuel et exogène à la conduite de l'exploitation et qui fait peser un risque sur la quantité ou la qualité de la production agricole, à l'exclusion des aléas strictement économiques et financiers* » ;
 - L'amélioration du bien-être animal, qui « *s'apprécie au regard de l'amélioration du confort thermique des animaux, démontrable par l'observation d'une diminution des températures dans les espaces accessibles aux animaux à l'abri des modules photovoltaïques et par l'apport de services ou de structures améliorant les conditions de vie des animaux* ».
- (iii) **Garantir à un agriculteur actif, au sens de l'article 614-1 du code rural et de la pêche maritime, ou à une exploitation agricole à vocation pédagogique :**

- Une production agricole significative, qui s’apprécie :
 - Pour les installations agrivoltaïques hors élevage : au regard de la moyenne du rendement par hectare observé sur la parcelle agricole, qui doit être supérieure à 90 % de la moyenne du rendement par hectare observé sur une zone témoin ou un référentiel en faisant office (sauf dérogation dont les modalités seront notamment prévues par arrêté à venir) ;
 - Pour les installations sur serre : au regard des comparaisons réalisées par rapport à un référentiel local (résultats agronomiques et séries de données historiques disponibles) ;
 - Pour les installations agrivoltaïques sur élevage : au regard, notamment, du volume de biomasse fourragère, du taux de chargement ou encore du taux de productivité numérique.
- Un revenu durable, caractérisé lorsque la moyenne des revenus issus de la vente des productions végétales et animales de l’exploitation agricole après l’implantation de l’installation agrivoltaïque n’est pas inférieure à la moyenne des revenus issus de ces ventes avant l’implantation de l’installation (dont les modalités seront précisées par arrêté).

(iv) Garantir que la production agricole reste l’activité principale. Pour cela :

- La superficie qui n’est plus exploitable du fait de l’installation agrivoltaïque ne doit pas excéder 10 % de la superficie totale couverte par l’installation agrivoltaïque ;
- La hauteur de l’installation agrivoltaïque ainsi que l’espacement inter-rangées doivent permettre une exploitation normale et assurer notamment la circulation, la sécurité physique et l’abri des animaux ainsi que, si les parcelles sont mécanisables, le passage des engins agricoles.

LE TABLEAU SUIVANT JUSTIFIE LA CONFORMITE DU PROJET D’OMBRIERES AGRIVOLTAÏQUES DE TOUCY REpond AUX CONDITIONS DE LA DEFINITION D’UN PROJET AGRIVOLTAÏQUE :

Condition	Situation du projet
SERVICE RENDU	
Au moins 1 sur 4, sans porter atteinte aux autres :	
• Amélioration du potentiel et de l’impact agronomiques • Adaptation au changement climatique • Protection contre les aléas • Amélioration du bien-être animal	• Diminution du stress thermique des animaux, • Protection contre les intempéries et événements climatiques extrêmes (voir la partie Intérêt agronomique du projet en suivant)
PRODUCTION AGRICOLE EN TANT QUE PRODUCTION PRINCIPALE	
• Superficie qui n’est plus exploitable du fait de l’installation agrivoltaïque < 10 % de la superficie totale	• L’implantation de panneaux photovoltaïques va entraîner une consommation de terre agricole avec les plateformes lourdes, le conteneur de stockage, les pieux des structures et les pistes perméables d’une surface de 5 876 m² (0,5876 ha) soit 6,8% de la surface clôturée.
• La hauteur et l’espacement inter-rangées permettent une exploitation normale et le passage des engins agricoles.	• Hauteur de 1,80 m au-dessus du sol et des inter-rangées de 12 m de pieu à pieu, un espace de 7,37 m entre les panneaux, réfléchi avec l’exploitant agricole, permettant le passage des engins agricoles et des animaux.

Annexe n° 8 – Notice descriptive – Projet d’ombrières agrivoltaïques de Toucy (89)

- Pour les installations de plus de 10 MW crête, taux de couverture < 40 %.
- La puissance de l'installation est de 5,8 MWc

DUREE D’EXPLOITATION, DEMENTELEMENT, REMISE EN ETAT

- Durée maximale de quarante ans
- Démantèlement des installations de production, y compris l'excavation de toutes les fondations et installations enterrées
- Remise en état des terrains, en garantissant le maintien de leur vocation initiale
- Réutilisation, recyclage, valorisation ou à défaut l'élimination des déchets dans les filières dûment autorisées à cet effet
- Durée de vie des panneaux agrivoltaïques de Toucy est prévue pour 40 ans
- Le projet se veut réversible afin d’être cohérente avec la notion d’énergie propre et renouvelable
- La promesse de bail entre la société AMDA Energies et l’exploitant fait état d’une remise en état des terres à la fin de l’exploitation
- Le recyclage des panneaux sera réalisé par l’éco-organisme SOREN (ex. PV CYCLE France)

RENDEMENT

- Le rendement doit être significatif
- Les revenus agricoles doivent être significatifs
- Les résultats des indicateurs de production (production de biomasse fourragère et taux de chargement) et revenus de l'expérimentation agrivoltaïque seront traités et analysés par les organismes de recherches tel que décrit dans la convention de suivi agronomique.

SUIVI

- Contrôle préalable à la mise en service
- Contrôle de suivi tous les 5 ans (technologies éprouvées), tous les 3 ans (taux de couverture <40%), tous les ans pour les autres.
- Contrôles réalisés par un organisme scientifique, un institut technique agricole, une chambre d'agriculture ou un expert foncier et agricole.
- Un suivi agronomique sera mené la zone agrivoltaïque pendant toute la durée du projet, en collaboration avec la chambre d’agriculture.
- La convention de suivi impliquera un contrôle et un rapport de résultats, réalisés tous les ans.

3 PROJET AGRICOLE DE L'EARL B2F

3.1 PRESENTATION DE L'EXPLOITATION AGRICOLE

Frédéric BLIN est agriculteur sur la commune de TOUCY (89). Depuis 2011, suite au départ à la retraite de son père, Frédéric est seul sur l'exploitation. Il cultive :

- 130 ha de prairies (100 ha de prairies naturelles et 30 ha de prairies temporaires).
- 90-95 ha de cultures dont :
 - 10-12 ha de maïs ensilage (autoconsommation),
 - 35-40 ha de blé (vente),
 - 15-20 ha d'avoine d'hiver (vente et autoconsommation),
 - 10 ha d'orge d'hiver ou de printemps (vente et autoconsommation),
 - 10 ha de triticales (vente ou autoconsommation).

L'atelier vaches allaitantes est composé de 75 à 80 mères de race Charollaise et de 2 taureaux. Il y a environ 70 vêlages par an. Les veaux mâles sont vendus en broutards à un marchand et les génisses sont vendues à 36 mois à la coopérative CIALYN. Chaque année une vache sur huit est réformée, l'exploitant garde donc 10 génisses par an pour le renouvellement de son troupeau. Les vaches de réforme sont engraisées puis vendues, on en compte environ 15 par an. Les vaches sont mises au pâturage entre avril et mai et elles rentrent en bâtiment autour du mois de décembre. L'exploitation est en agriculture conventionnelle, ce qui lui permet d'être autonome pour l'alimentation du troupeau.

Les prochains objectifs agricoles de Frédéric BLIN sont les suivants :

- Réorganiser les assolements pour mettre plus d'herbe dans la ration (éventuellement complétée de céréales à la place du maïs) ;
- Réorganiser les parcs de pâturage afin de mieux gérer la qualité et la quantité de la prairie.

L'exploitation arrive à être autonome pour l'alimentation de son cheptel bovin. L'exploitant souhaite enlever le maïs de sa ration et le remplacer par plus d'herbe. Cela implique une réorganisation de son assolement actuel. Il continuera dans un premier temps à produire du maïs ensilage qu'il vendra mais il aimerait dans le futur arrêter totalement d'en produire.

3.2 INTERET AGRONOMIQUE DU PROJET

INTERET DE L'AGRIVOLTAÏSME SUR LA PRAIRIE

Sur l'aspect de production végétale, les avantages de l'agrivoltaïsme seront les suivants :

- **L'ombre des panneaux est favorable à la pousse de l'herbe en période estivale dans des contextes climatiques de faible pluviométrie et de déficit hydrique marqué en été.**
- **Le climat local autour des panneaux est moins irrégulier, ce qui permet à l'herbe de mieux pousser.** La présence des panneaux photovoltaïques permet de réduire la température maximale du sol et de l'air en journée, et de limiter les écarts de température entre le jour et la nuit pendant l'été.
- **L'herbe pousse plus tôt au printemps car les gelées sont moins fortes au sol.**
- **Les variétés herbagères d'intérêt (trèfles, luzerne, dactyle, fétuque, Ray-grass, brome, plantain, chicorée, etc.) sont mieux préservées et moins envahies par les variétés qui apprécient plutôt les conditions difficiles (rumex, chardons, chiendent...).**

INTERET DE L'AGRIVOLTAÏSME SUR LE BIEN-ETRE ANIMAL



Figure 2 : Élevage bovin lait sous structures agrivoltaïques (Source : Université du Minnesota, États Unis).

Rappel : Article R214-18 du code rural et de la pêche maritime :

Version en vigueur depuis le 07 août 2003

Il est interdit de garder en plein air des animaux des espèces bovine, ovine, caprine et des équidés :

1° Lorsqu'il n'existe pas de dispositifs et d'installations destinés à éviter les souffrances qui pourraient résulter des variations climatiques ;

2° Lorsque l'absence de clôtures, d'obstacles naturels ou de dispositifs d'attache ou de contention en nombre suffisant est de nature à leur faire courir un risque d'accident.

Les animaux gardés, élevés ou engraisés dans les parcs d'altitude ne sont soumis à ces dispositions qu'en dehors des périodes normales d'estivage.

Cet article, sans préciser les moyens à mettre en œuvre pour « éviter les souffrances qui pourraient résulter des variations climatiques », invite à ne pas exposer les animaux aux excès du soleil, ou aux aléas météorologiques divers.

Aussi, vu l'augmentation des températures et la puissance de l'irradiation solaire estivale ces dernières années, il devient indispensable de prévoir des ombrages dans chaque parcelle de pâture des animaux. Cela semble être une question de bons sens, liée dans un premier temps au bien-être animal et au respect des exigences métaboliques des animaux pour leur santé.

Mais il en va aussi de la croissance des animaux qui, sans abri, se nourrissent moins et dégradent leur état physique, ce qui bien sûr influence grandement la productivité de l'atelier d'élevage.

La pratique vertueuse du pâturage, même extensif, rend la mise en place des abris difficiles lorsque les parcelles sont éloignées les unes des autres.

La mise en place d'abris permanent sur chaque parc n'est généralement pas envisageable économiquement, sauf dans le cas précis de l'agrivoltaïsme, où la disposition des parcs peut coïncider avec les emplacements des tables

photovoltaïques, donnant aux animaux des abris précieux sur chaque parcelle afin de ne pas subir de plein fouet la chaleur du soleil direct, la pluie, la neige ou la grêle.

Les panneaux vont permettre d’améliorer les conditions d’élevage, notamment par :

- L’ombrage généré est bénéfique aux bovins : Chez les vaches laitières, L’ombrage permet d’éviter les effets nocifs du rayonnement solaire sur la peau et les yeux ⁷. Il permet aussi de baisser la température corporelle minimale ⁸.
- L’apport d’ombre atténue les pertes de production (production laitière ou gain de poids) liées à des températures ambiantes élevées ou à des indices température-humidité (ITH) élevés ^{9,10}.
- La protection contre la pluie et le vent,
- Une protection contre la faune sauvage (gibiers, rapaces, renards, etc...)
- Une meilleure protection visuelle contre les perturbations extérieures (routes, véhicules, activité humaine, etc...), pour un troupeau plus calme.



Illustrations de vaches pâturent et ruminant à l’ombre de panneaux photovoltaïques (Source : Université du Minnesota, Etats-Unis).

3.3 CHOIX DE LA PARCELLE DE PROJET

La sélection d'un site pour l'implantation d'une centrale photovoltaïque au sol est fondée sur un certain nombre de critères techniques et environnementaux, détaillés ci-après.

- **Une ressource solaire suffisante**

La première condition pour produire de l'électricité à partir du rayonnement solaire est bien évidemment l'irradiation solaire. Le gisement solaire du site étudié encourage à développer un projet photovoltaïque puisqu'avec une irradiation globale de 1215 kWh/m²/an, il est estimé une production d'électricité de 1195 kWh/kWc.

Il est important qu'il n'y ait pas d'éléments masquant le soleil aux alentours (reliefs, arbres, bâtiments).

Sur ce point, la majorité de la ZIP reste dégagée de tout obstacle pouvant impliquer une perte de production.

- **Une topographie et une configuration du site d'implantation adaptées**

Le site d'implantation doit présenter une configuration autorisant l'implantation des structures photovoltaïques et une production énergétique maximale. Un des paramètres fondamentaux est la topographie du terrain. Celui-ci ne doit pas comporter de fortes pentes vers le nord, l'est ou l'ouest pour éviter les ombrages internes. D'une manière générale, il ne doit pas être trop accidenté pour permettre l'accès des engins et l'installation des tables. Enfin, il doit offrir une superficie suffisamment importante pour accueillir un nombre de modules photovoltaïques permettant de réaliser des économies d'échelle.

Le site de Toucy offre une superficie acceptable (10 ha) et des pentes très faibles et modérées orientées vers le Sud-Est sur une petite partie au nord du site.

- **La possibilité d'un raccordement au réseau électrique**

Les capacités de raccordement sont également un facteur majeur pour la localisation des centrales solaires. Les centrales d'une puissance de plus de 250 kW doivent être raccordées sur des lignes de moyenne tension. Les centrales de plus de 5 MW (seuil théorique) devront être raccordées à un poste source.

En l'occurrence, les conditions de raccordement électrique sont très favorables, puisque le poste source de la commune de Sauilly se trouve à environ 3 km au sud-est du site et qu'il présente un potentiel de raccordement de 31.8 MW.

- **La proximité de voies de communication et d'accès**

L'acheminement des engins de chantier et des matériaux (structures, modules, locaux de conversion de l'énergie, etc.) nécessite la présence de voies de communication et d'accès à proximité du site. L'intérêt est ici d'éviter des aménagements importants de la voirie, afin de limiter les impacts.

L'accès direct au site se fera par une route communale, la route de Sauilly, qui débouchera sur la route C23.

- **La compatibilité avec les règles d'aménagement et servitudes d'utilité publique**

Il est fondamental que le site d'implantation soit compatible avec les servitudes d'utilité publique. Ces dernières regroupent toutes les limitations administratives liées à l'utilisation du sol au droit du projet. Elles sont constituées de plusieurs volets :

Servitudes relatives à l'urbanisme (zone de préemption, règles constructives, etc.) ;

Servitudes relatives à l’utilisation de certaines ressources et équipements (infrastructures de gaz, chemin de fer, routes nationales, etc.) ;

Servitudes relatives à la salubrité et à la sécurité publique (plan de prévention des risques naturels et technologiques, captages d’eau potable, etc.).

Le site choisi est en dehors de servitude d’utilité publique ou règle d’aménagement spécifique.

○ **Une faible densité d’habitat**

Le site de Toucy se trouve dans une zone rurale à l’écart des bourgs des communes avoisinantes.

L’habitat, peu dense, est dispersé entre les parcelles agricoles et boisées qui caractérisent le secteur. La maison la plus proche se trouve à plus de 550 mètres à l’est du site.

Les perspectives vers celui-ci sont rares et, la plupart du temps, filtrées par la végétation. Toutes ces données sont bien évidemment détaillées dans le diagnostic paysager, Annexe 10 du présent dossier.

○ **Légitimité de l’occupation du sol**

Un parc agrivoltaïque représente généralement une occupation de plusieurs hectares. La légitimité des sites retenus doit être étudiée afin d’éviter la concurrence directe avec l’agriculture, la sylviculture voire l’urbanisation.

Le site a été choisi pour son contexte agricole. En effet, les terrains visés appartiennent à une exploitation bovine. Le projet permettra d’améliorer le bien-être animal et de lutter contre les impacts du réchauffement climatique sur l’agriculture. Le projet contribue directement à une amélioration du potentiel agronomique et productif des terrains.

Le projet concourra à développer durablement la production bovine déjà en place sur l’exploitation, et à proposer de conditions d’élevage améliorées en termes de protection du troupeau et bien-être animal.

Les parcelles actuellement envisagées pour le projet agrivoltaïque étaient, de 2018 à 2021, principalement des prairies permanentes (**voir figure suivante**) :



Figure 3 : Historique de l'évolution des systèmes de cultures de la zone d'étude- RPG de 2018 à 2021 (Source : Géoportail).

3.4 DESCRIPTION DU PROJET AGRICOLE

Monsieur Frédéric BLIN est l'exploitant avec lequel AMDA ENERGIES a choisi de travailler pour le projet agrivoltaïque de Toucy. Les prochains objectifs agricoles de l'exploitant sont les suivants :

- Réorganiser les assolements pour mettre plus d'herbe dans la ration (éventuellement complétée de céréales à la place du maïs) ;
- Réorganiser les parcs de pâturage afin de mieux gérer la qualité et la quantité de la prairie.

3.4.1 Adéquation du projet avec les besoins fourragers du troupeau

L'atelier vaches allaitantes de Mr BLIN sera donc composé d'un cheptel charollais de 80 mères, 2 taureaux et 10 nouvelles génisses chaque année (soit 25 génisses d'âge compris entre 0 et 30 mois).

- **Besoin annuel en matière sèche du troupeau :**

Les hypothèses retenues sont les suivantes :

- Une vache allaitante adulte et un taureau consomment chacun en moyenne 5,475 tonnes de fourrage herbager par an, soit 15kg MS/j.
- Une génisse consomme en moyenne 3,83 tonnes de fourrage herbager par an, soit 10,5 kg MS/j.

En considérant ces hypothèses, les besoins du troupeau s'élèvent à 544,7 tonnes de matière sèche par an. Or, Le potentiel fourrager moyen étant de 855 tonnes de matière sèche par an, cela est donc supérieur aux besoins du troupeau estimé à 544,7 tonnes de matière sèche par an.

- **Besoin annuel fourrager en pâture du troupeau :**

Les vaches de l’exploitant sont mises en pâturage vers fin avril/début mai et rentrées au bâtiment en décembre. Il convient donc de prendre l’hypothèse de pâturage de 7,5 mois sur 12.

La consommation d’herbe en pâturage sera donc d’environ :

- (80 Vaches + 2 taureaux) x 15 kg/j pendant 7,5 mois sur 12 = 280,4 tonnes de matière sèche pour les besoins en pâturage.
- 25 Génisses x 10,5 kg/j pendant 7,5 mois sur 12 = 59,8 tonnes de matière sèche pour les besoins en pâturage.

Le besoin annuel fourrager du troupeau en pâture est estimé à environ 340 tonnes de matière sèche par an.

- **Besoin annuel en stock fourrager du troupeau :**

Il sera nécessaire de constituer un stock fourrager, estimé à 4,5 mois d’alimentation, l’herbe n’étant pas suffisante sur la période Décembre/Janvier/Février, ainsi que sur la période Juillet/Août.

- (80 Vaches + 2 taureaux) x 15 kg/j pendant 4,5 mois sur 12 = 168,3 tonnes de matière sèche pour les besoins en stock.
- 25 Génisses x 10,5 kg/j pendant 4,5 mois sur 12 = 35,9 tonnes de matière sèche pour les besoins en stock.

Le stock fourrager à produire en foin ou en enrubanné est estimé à environ 204 tonnes de matière sèche par an.

- **Excédent annuel fourrager :**

En considérant un besoin annuel de 340 tonnes de pâturage, auquel s’ajoute un besoin de 204 tonnes de fourrage pour les périodes sans herbe, le total du besoin du troupeau sera d’environ 544 tonnes de matière sèche par an. Selon les estimations précédentes faites par ASDEV, la production moyenne des parcelles mises à disposition du troupeau est de 855 tonnes de matière sèche par an.

L’excédent annuel de fourrage est estimé à : $855 - 544 = 311$ tonnes.

3.4.2 Conduite du troupeau

Choix techniques de conduite du troupeau :

Division du cheptel en plusieurs lots :

Aujourd’hui, le cheptel est conduit en plusieurs lots :

- Un lot avec 45 vaches allaitantes et un taureau ;
- Un lot avec 35 vaches allaitantes, une dizaine de génisses et un taureau ;
- Un lot avec le reste des génisses.

Pour l’organisation du pâturage à la suite du projet agrivoltaïque, ASDEV, dans son étude agricole technique, préconise de changer l’organisation des différents lots :

- Un lot contenant toutes les génisses qui pâtureront sous les panneaux ;
- Un lot contenant le reste du cheptel (80 vaches et 2 taureaux) qui pâturera sur les autres prairies sans panneaux. Ce lot pourra être séparé en deux selon le souhait de l’exploitant.

3.4.3 Mise en place d'un pâturage tournant dynamique

Grâce à l'ombrage apporté par les panneaux solaires, Frédéric BLIN envisage de pratiquer un pâturage tournant sous les panneaux uniquement pour le lot de génisses. Un pâturage tournant sera aussi réalisé pour le reste des vaches sur le reste de ses prairies sans panneaux en gardant une part des parcelles pour la production de fourrage.

Le pâturage tournant consiste à diviser les prairies en plusieurs parcelles de petite taille et à définir un temps de rotation entre chaque parcelle. Le temps de repos entre 2 périodes de pâturage va permettre une bonne régénération de la prairie. De plus, il est important d'avoir des durées de pâturage courtes et un chargement adapté à la quantité d'herbe disponible afin d'éviter le surpâturage qui freinerait considérablement la repousse.

Chaque vache sera mise chaque année au taureau. En prenant l'hypothèse qu'en moyenne le troupeau produira 0,85 veau par an et par vache soient au total 68 veaux par an.

Concernant le pâturage du reste des prairies, AMDA energia estime qu'il serait judicieux de garder 90 ha pour le pâturage et 30 ha pour la fauche qui permet de produire 195tMS de fourrage fauché par an. Afin de déterminer le nombre de paddocks nécessaires pour les 90 ha en pâturage tournant sans panneaux, il a été fait l'hypothèse que 1 UGB consomme 15kgMS/j et que l'exploitation possède 82 UGB (sans compter les génisses qui pâtureront sous les panneaux). Pour 5 jours de pâture, le paddock doit donc disposer de 6,15tMS. Le tonnage d'herbe disponible dans la zone concernée est de 6,5tMS/ha/an. Il est donc possible de supposer que pour 4 passages de pâturage par an se trouve 1,625t/ha. **Ainsi, une taille de paddock à 3,8ha est préconisée**, ce qui fait environ 24 paddocks pour les 90ha avec un lot de 80 vaches et 2 taureaux. Si l'exploitant souhaite séparer son lot en 2, il devra diviser par 2 la taille de ses paddocks.

3.4.4 Organisation des parcs de pâture sur les parcelles agrivoltaïques

Sur la base d'une hypothèse de 80 vaches charolaises, 2 taureaux et 25 génisses au total, l'exploitant souhaite faire pâturer en pâturage tournant seulement des génisses sous les panneaux afin de ne pas les croiser avec les vaches à veaux et le taureau qui pourraient générer des dégâts matériels.

En moyenne sur l'année, un lot de 25 génisses consommera 262,5 kg de matière sèche par jour (10,5 kg par génisses).

Frédéric BLIN souhaite conduire le pâturage de la manière suivante :

- Pâturage tourant (entre 3 et 5 jours maximum par paddock) ;
- Changement des vaches de parc lorsque l'herbe est à 7 cm pour éviter le surpâturage ;
- Entrée des vaches sur les parcs lorsqu'ils sont suffisamment garnis.

L'hypothèse retenue pour le tonnage d'herbe dans la zone agrivoltaïque étant de 2 tonnes/ha, soit 4 passages de pâturage par an, pour atteindre les 7,5 tMS/ha/an.

En conséquence, la plage de surfaces des paddocks est comprise entre :

- Surface paddock maxi : $(262,5\text{kg} \times 5\text{j}) / 2000\text{kg/ha} = 0,66 \text{ ha}$;
- Surface paddock mini : $(262,5\text{kg} \times 3\text{j}) / 2000\text{kg/ha} = 0,39 \text{ ha}$.

Raisonnement, il est possible de convenir d'un découpage des parcelles en paddocks d'environ 0,52ha. Sur une surface totale de 10 ha, cela représente potentiellement 18,5 paddocks.

Les paddocks pourront être réalisés en clôture électrique.

3.4.5 Impact des panneaux sur le cycle de pousse de l'herbe sur le territoire concerné

Le bureau d'études AS Développement a été mandaté par le développeur AMDA energies pour simuler l'impact des panneaux agrivoltaïques sur la productivité de l'herbe.

- La reprise de la croissance est plus précoce et plus rapide sous les panneaux agrivoltaïques au début du printemps,
- Les panneaux permettent une protection de la végétation et une meilleure productivité durant les événements de sécheresse.

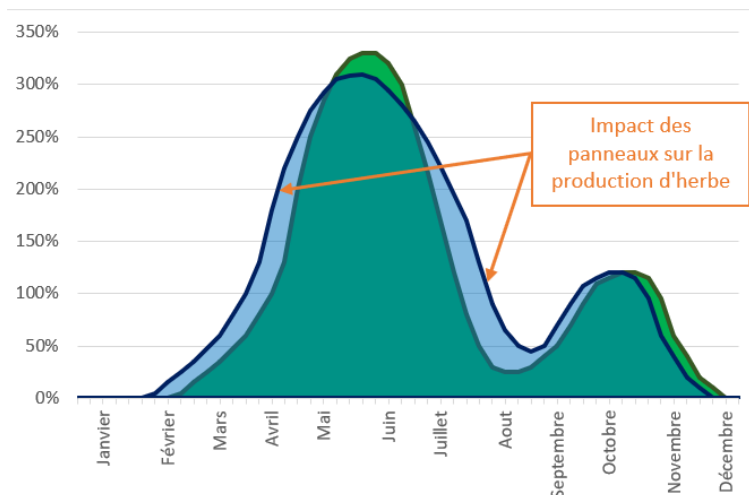


Figure 4 : Comparaison du cycle de la pousse de l'herbe avec et sans panneaux solaires (Source : AS DEV.).

On observe notamment un début de la pousse de l'herbe plus tôt dans l'année, fin février début mars, grâce aux panneaux qui vont garder un peu de chaleur. Ensuite, en juin lorsque l'ensoleillement est maximal, les panneaux vont faire de l'ombre et diminuer un peu la production. Cette ombre va aussi être bénéfique en juillet/août lors des grosses chaleurs pour protéger l'herbe. Enfin, la production d'herbe va s'arrêter un peu plus tôt dans l'année car les panneaux photovoltaïques vont limiter légèrement l'ensoleillement de la production.

La **Figure** suivante rappelle les conseils à suivre pour une optimisation annuelle de l'efficacité du couple prairie agrivoltaïque/troupeau :

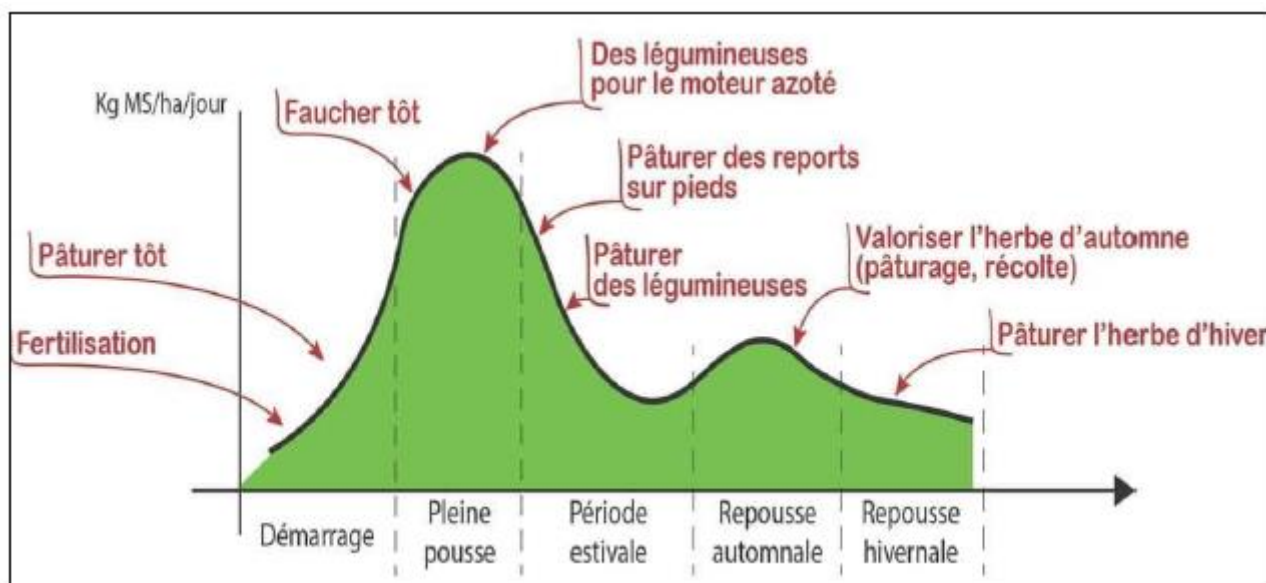


Figure 5 : Conduite de la prairie en fonction du cycle de pousse de l'herbe (Source : Idèle).

Dans les phases où l’herbe est excédentaire (mois de mai et juin), l’herbe sera fauchée pour être récoltée, en enrubanné ou en foin, selon les conditions météo.

3.4.6 Acteurs et rôles respectifs

Le démonstrateur présenté dans ce rapport est le fruit d’une participation active dès les premiers éléments de conception de nombreux acteurs impliqués dans les démarches d’agriculture durable ; acteurs soucieux d’apporter une solution face aux impacts du changement climatique sur les cultures, principalement sur le territoire français et européen.

L’entreprise **Centrale Solaire AMDA 8 S.A.S** (« CSA VIII »), société porteuse du projet, est une société contrôlée à 100% par AMDA S.A. (« AMDA »), développeur de projets d’énergies renouvelables indépendant (PV, éolien, méthanisation), de capital espagnol, centré sur la promotion et le développement de projets d’énergies renouvelables à niveau mondial (France, Espagne, Portugal, Afrique du Sud, Mexique, Colombie, ...etc.). CSA VIII se chargera de l’obtention de toutes les autorisations nécessaires pour la construction du projet, de l’obtention du financement et aura la charge de l’opération durant les 40 ans de durée de vie de l’installation.



AMDA energia compte aujourd’hui plus de 50 collaborateurs qui partagent la même mission : accompagner les territoires et ses clients pour la mise en œuvre d’une transition énergétique solidaire. La société possède 1470MW de projets vendus et 3170MW de projets en développement dans le monde entier.

La filiale **AMDA Energies en France** est représentée par son directeur Adrien Mallet, qui a une excellente connaissance du milieu rural, ayant grandi dans une ferme familiale, maintenant organique. A cela il ajoute son expérience dans l’intégration des plans sociocommunautaires, clé pour le développement des énergies renouvelables dans le contexte particulier du marché français. Adrien a plus de 10 ans d’expérience dans l’industrie de l’énergie et des énergies renouvelables.

AMDA Energies a publié et présenté à la conférence internationale Agrivoltaics 2022 deux posters^{1,2} qui ont été validés par le comité d’experts de la conférence, à partir des études réalisées pour ce projet.



AS Développement est une société spécialisée dans l’accompagnement agricole des projets agrivoltaïques qui intervient dans toute la France.

Fort de d’une double expertise reconnue dans les domaines de l’agriculture et du photovoltaïque, nous met ses compétences et notre réseau au service :

- Des agriculteurs : dans la conception et l’optimisation de leur système agricole
- Des opérateurs photovoltaïques : dans leurs phases de prospection et de développement

¹ Stéphane Héraud, Amira Guellim, Antoine Martinez, Adrien Mallet, Canimozhi Ady, Fabrice Aymat (2022, juin). Study of the Impact of Crop Development Duration Variability on P50 and P90 Agrivoltaic Electrical Production. Poster présenté dans le cadre de la conférence AgriVoltaics2022, Plaisance, Italie.

² Antoine Martinez, Adrien Mallet, Amira Guellim, Stéphane Héraud (2022, juin). Solar sharing: Optimization of agrivoltaics Solar Plant Sizing using Numerical Simulations of Irradiance. Poster présenté dans le cadre de la conférence AgriVoltaics2022, Plaisance, Italie.

AS Développement apporte son expertise pour la définition de projets agricoles viables et pérennes en synergie avec la production d’électricité.



INP PURPAN : L'Ecole d'Ingénieurs de PURPAN, basée à Toulouse, soutient le projet d'un point de vue R&D.

Elle s'engage, dans le cadre du projet entreprise des étudiants quatrième année, à analyser les données de l'expérimentation et à élaborer des conclusions pour ce projet expérimental. INP PURPAN est représentée par son Directeur Général, Eric Latgé et Julien Frayssignes, enseignant chercheur/responsable des projets entreprise.

La présence de l'organisme de recherche **INP Purpan** renforce la notion de retour d'expérience essentiel au processus d'innovation permettant d'assurer une analyse complémentaire et neutre du suivi agricole.



La construction et l'exploitation seront à la charge d'IBERDROLA.

Les opérations d'exploitation et maintenance (O&M) de la centrale permettront d'optimiser la performance en veillant à maintenir une disponibilité élevée, et à garantir la sécurité de la centrale et de son environnement.

IBERDROLA a fait le choix d'internaliser la maintenance et l'exploitation de ces centrales afin d'en garantir la performance, la filière d'approvisionnement des pièces détachées et la durabilité des composants.

3.4.7 Les éléments contractuels du projet

3.4.7.1 La convention de suivi et le protocole expérimental

Une convention de suivi agronomique avec un protocole précis sur la parcelle du projet a été établi en collaboration avec la coopérative agricole impliquée dans le projet ainsi qu'un centre de recherche agronomique, l'**INP Purpan**.

Cette expérimentation évaluera les impacts des ombrières agrivoltaïques sur la production fourragère selon le modèle de rotation de pâturage et d'évaluer le bénéfice en termes de production de biomasse présenté dans les sections précédente de la présente notice.

Elle permettra d'apporter un retour d'expérience sur cette innovation et de partager les avantages et les points à améliorer sur le pilotage de la structure en faveur de la synergie agricole.

La convention de suivi et le protocole expérimental encadrent cette expérimentation.

Tous les résultats obtenus seront diffusés via transmission à la Chambre d'Agriculture de l'Yonne.

3.5 ENGAGEMENTS EN PHASE D'EXPLOITATION

L'entreprise IBERDROLA aura la charge de la construction et de la maintenance des installations.

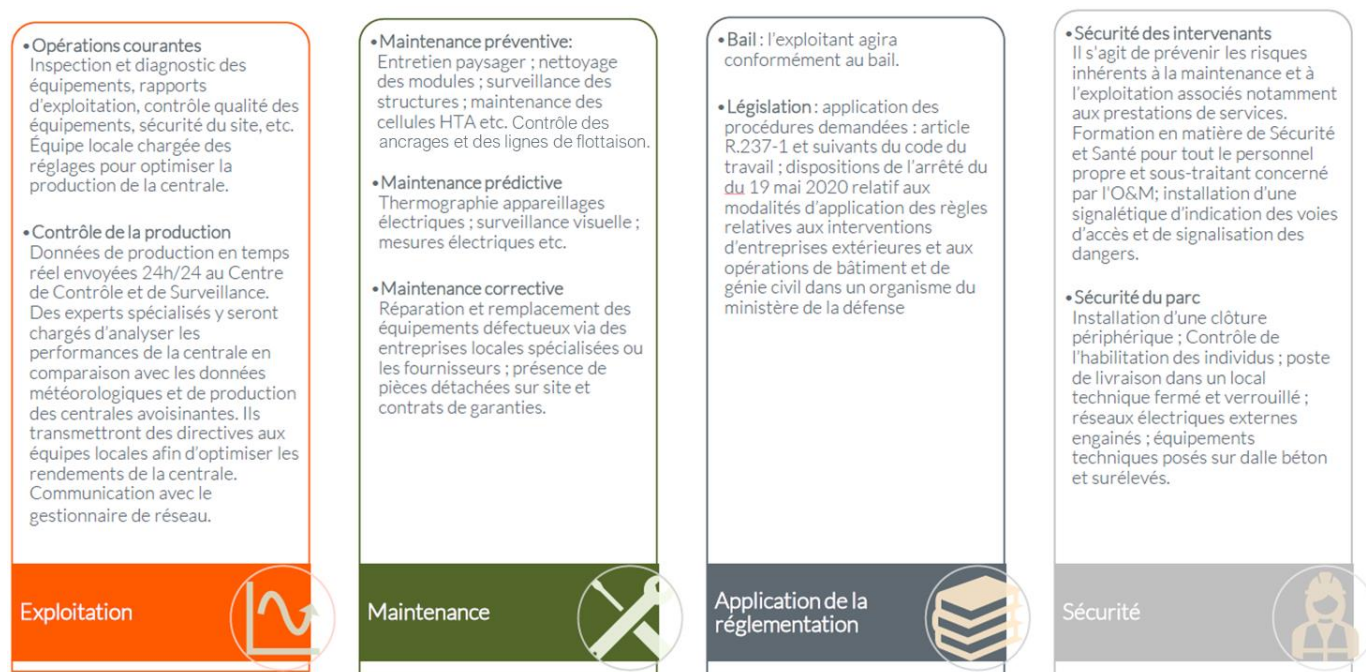


Figure 6 : Liste des opérations de maintenance et de contrôle durant la phase d'exploitation- Iberdrola

Une fois le projet construit, plusieurs engagements permettront d'assurer la pérennité de la vocation agricole primaire du projet :

- **Suivi agronomique** : engagement et diffusion des résultats ;
- **Labellisation du projet par l'AFNOR Certification** : Le projet sera labellisé pour la phase de développement : évaluation des moyens sur la base d'une évaluation documentaire.
Pour maintenir cette labélisation, le projet sera de nouveau audité pour la :
 - o **Mise en service et à la mise en culture** : audit sur site par l'AFNOR pour valider la mise en œuvre des engagements ;
 - o **Suivi en exploitation** : évaluation documentaire et audit par l'AFNOR sur le site de l'installation, afin de vérifier la pérennité des engagements pris.

4 DESCRIPTION TECHNIQUE DU PROJET

4.1 SITUATION

Le projet est situé sur la commune de Toucy dans département de l'Yonne, en région Bourgogne-Franche-Comté.

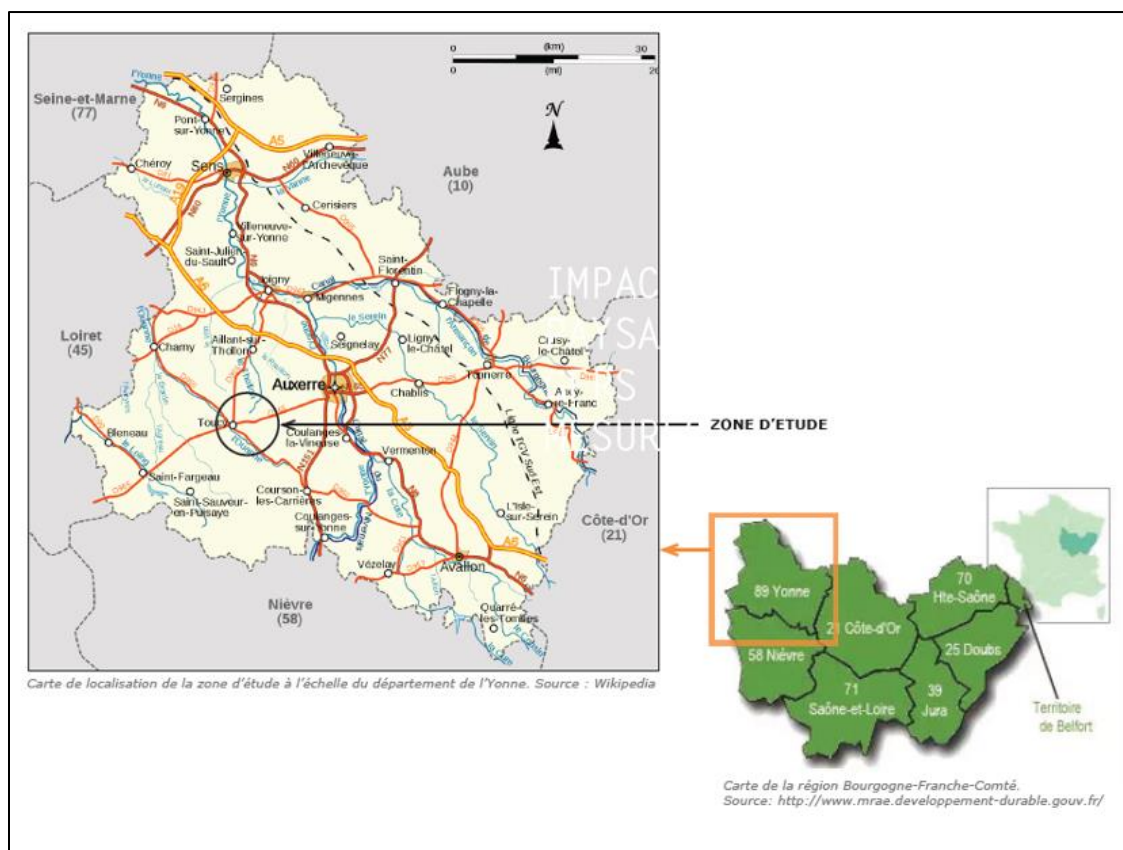


Figure 7: Localisation du projet

Une surface d'environ 10,2 hectares sera dédiée à la mise en culture associée à une implantation d'ombrières fixes surélevées, avec un point bas à 1,80 m. Cette proposition répond à la fois à un suivi technique et démonstratif mais aussi à une production réelle valorisée par l'exploitation familiale de Frédéric Blin, l'EARL B2F.

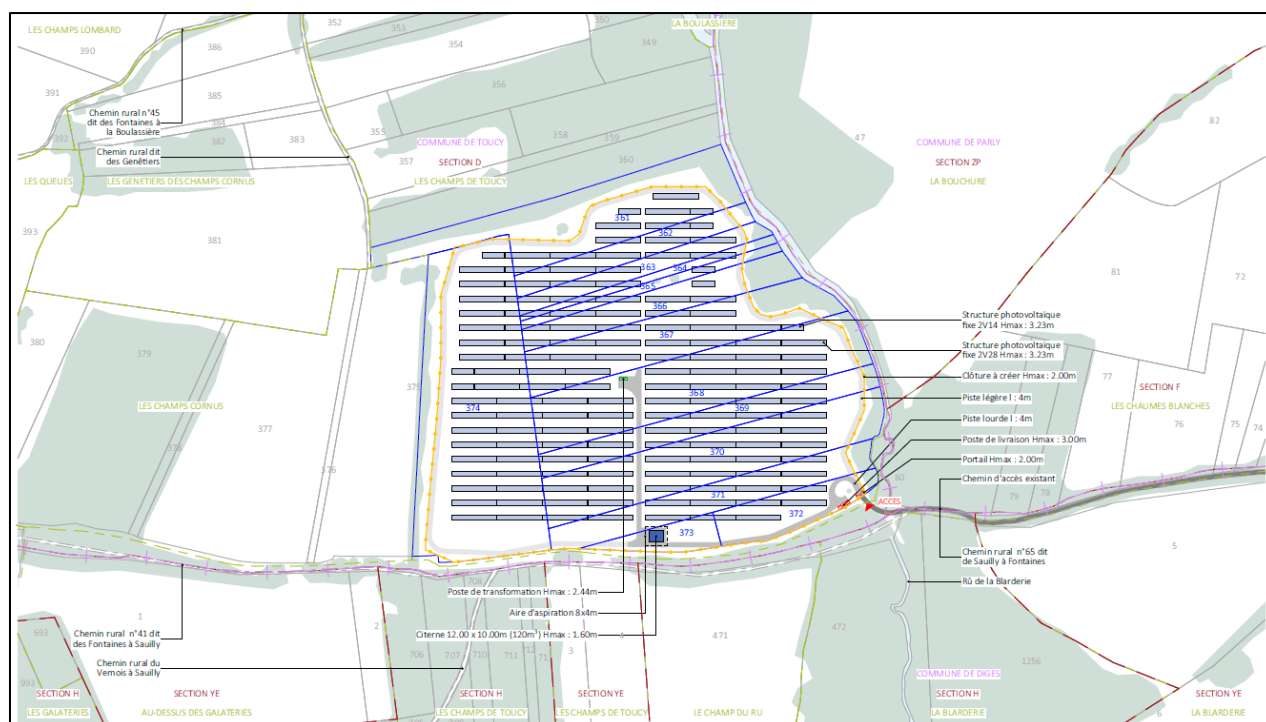


Figure 8 : localisation du projet (source : l'm IN ARCHITECTURE)

4.2 CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

4.2.1 Implantation

La zone agrivoltaïque (voir figure 5 ci-dessous) est composée d’une seule parcelle agricole de **10,2 hectares** sur lequel seront implantés les ombrières et les autres éléments composant le projet agrivoltaïque, détaillés ci-après (Poste de transformation, Poste de Livraison, portail d’accès).



4.2.2 Description de l'installation technique

4.2.2.1 Le fonctionnement des cellules photovoltaïques

Une installation photovoltaïque utilise la radiation solaire pour produire de l'électricité. Cette électricité est ensuite injectée sur le réseau de distribution. Cette source d'énergie issue du soleil est propre, inépuisable et gratuite. Plus précisément, « l'effet photovoltaïque » se base sur des matériaux appelés « semi-conducteurs » qui permettent de capter la lumière pour produire de l'électricité :

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

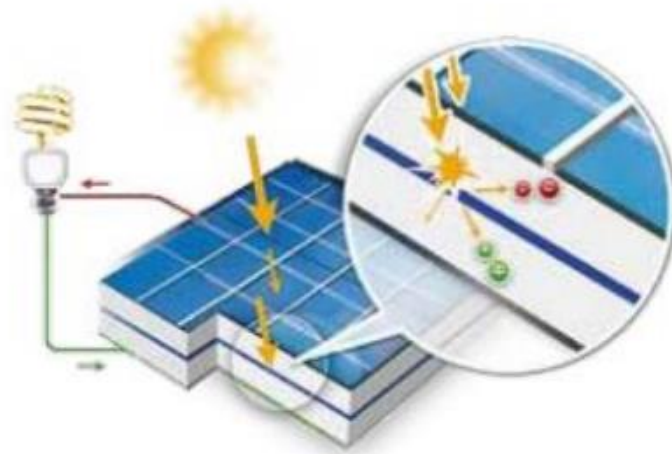


Figure 10 : Principe de fonctionnement de l'effet photovoltaïque (source : HESPUL)

4.2.2.2 Les panneaux photovoltaïques et les structures d'ombrières

Plusieurs alignements de panneaux constituent une centrale photovoltaïque au sol. Ils comprennent plusieurs modules, eux-mêmes constitués des cellules photovoltaïques. Différentes technologies peuvent être utilisées dans les installations photovoltaïques au sol, regroupées en deux grandes familles :

- Les technologies cristallines : elles utilisent un élément chimique particulièrement abondant, le silicium, extrait du sable ou du quartz. Des plaques très fines (0,15 à 0,2 mm) sont découpées dans un lingot de silicium obtenu par fusion puis moulage. Ce lingot peut être obtenu à partir d'un cristal unique ou de plusieurs cristaux : la cellule est alors dite monocristalline ou polycristalline. Les plaques ainsi découpées s'appellent communément des « wafers ».
- La technologie monocristalline est plus onéreuse que la polycristalline car elle nécessite un processus de purification important. La fabrication de cellules polycristallines utilise les chutes de silicium issue de la production des premières. Le rendement de la technologie polycristalline est plus faible que la monocristalline mais elle est moins sensible aux variations de température. Leur prix attractif et leur rendement correct en font la technologie la plus plébiscitée actuellement. Une dernière forme du silicium dite « en ruban » est également utilisée. Les technologies cristallines représentent actuellement entre 90 et 95% de la production mondiale de modules photovoltaïque.
- Les technologies à couches minces : elles consistent à déposer une ou plusieurs couches semiconductrices sur un substrat de verre, plastique, métal... Leur coût de fabrication est plus faible mais leur rendement est bien inférieur aux technologies présentées ci-avant. Plusieurs matériaux peuvent être utilisés :
 - Le silicium amorphe (a-Si :H) est la première technologie à couche mince. Elle permet la création de panneaux souples et extrêmement fins. Elle consiste en la simple vaporisation d'une couche de silicium de quelques microns d'épaisseur.
 - Le tellure de cadmium (CdTe) qui possède un bon coefficient d'absorption et qui permet par conséquent l'utilisation de matériaux relativement impurs en fait une technologie adaptée. Cependant, les problèmes environnementaux liés à la toxicité du cadmium, même en faible quantité ralentissent son utilisation ;
 - Le cuivre/indium/sélénium ou cuivre/indium/gallium/sélénium (CIGS) ou cuivre/indium/gallium/diséléride/disulphide (CIGSS), qui présentent les rendements les plus élevés parmi les couches minces, mais à un coût plus élevé ;
 - L'arséniure de gallium (GaAs) dont le rendement et le coût très élevé réservent son usage essentiellement au domaine spatial.

Dans le cas du projet d’ombrières agrivoltaïques de Toucy, la technologie utilisée sera une technologie monocristalline. Les modules utilisés seront par ailleurs de bifaciaux, permettent d’une part d’accroître la production électrique de la centrale et d’autre part d’augmenter l’irradiance reçu au sol grâce à une transparence de 5% par rapport à des modules monofaciaux.

Les rangées de structures d’ombrières agrivoltaïques seront installées sur des pieds battus, répartis tous les 7 à 8 m. Ce type de fondation permet de ne pas engendrer de pollution car il ne sera pas utilisé de béton pour fixer les poteaux. Aucun béton n’est installé, le démantèlement est facilité et la pollution des sols est minimisée.

La structure d’ombrière agrivoltaïque est **construite avec un point bas situé à 1,8 m du sol, de telle sorte qu’elle permet aux machines agricoles de circuler entre les cultures et d’effectuer tous les travaux agricoles nécessaire au maintien des activités de production fourragère et au pâturage tournant de l’élevage bovin sur l’ensemble des 10 Ha du projet.**

Les hauteurs des structures d’ombrières seront d’environ 3.23 m en point haut, comme indiqué sur la figure suivante. Positionnés en hauteur et contrôlés en fonction des besoins physiologiques de la plante, les panneaux permettent d’apporter les services agronomiques suivants, comme détaillé en Section 3.2 :

- **L’ombre des ombrières est favorable à la pousse de l’herbe en période estivale dans des contextes climatiques de faible pluviométrie et de déficit hydrique marqué en été.**
- **Le climat local autour des ombrières est moins irrégulier, ce qui permet à l’herbe de mieux pousser.** La présence des panneaux photovoltaïques permet de réduire la température maximale du sol et de l’air en journée, et de limiter les écarts de température entre le jour et la nuit pendant l’été.
- **L’herbe pousse plus tôt au printemps car les gelées sont moins fortes au sol.**
- **Les variétés herbagères d’intérêt (trèfles, luzerne, dactyle, fétuque, Ray-grass, brome, plantain, chicorée, etc.) sont mieux préservées et moins envahies par les variétés qui apprécient plutôt les conditions difficiles (rumex, chardons, chiendent...).**

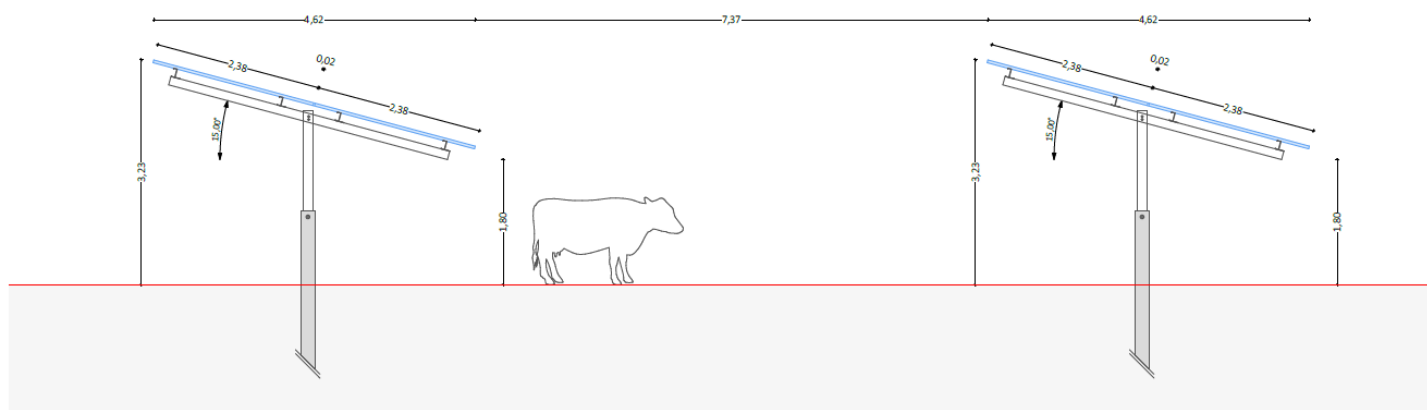


Figure 11 : Ombrières agrivoltaïques (Bovins) installés sur le site de Toucy (source : l'M IN ARCHITECTURE)

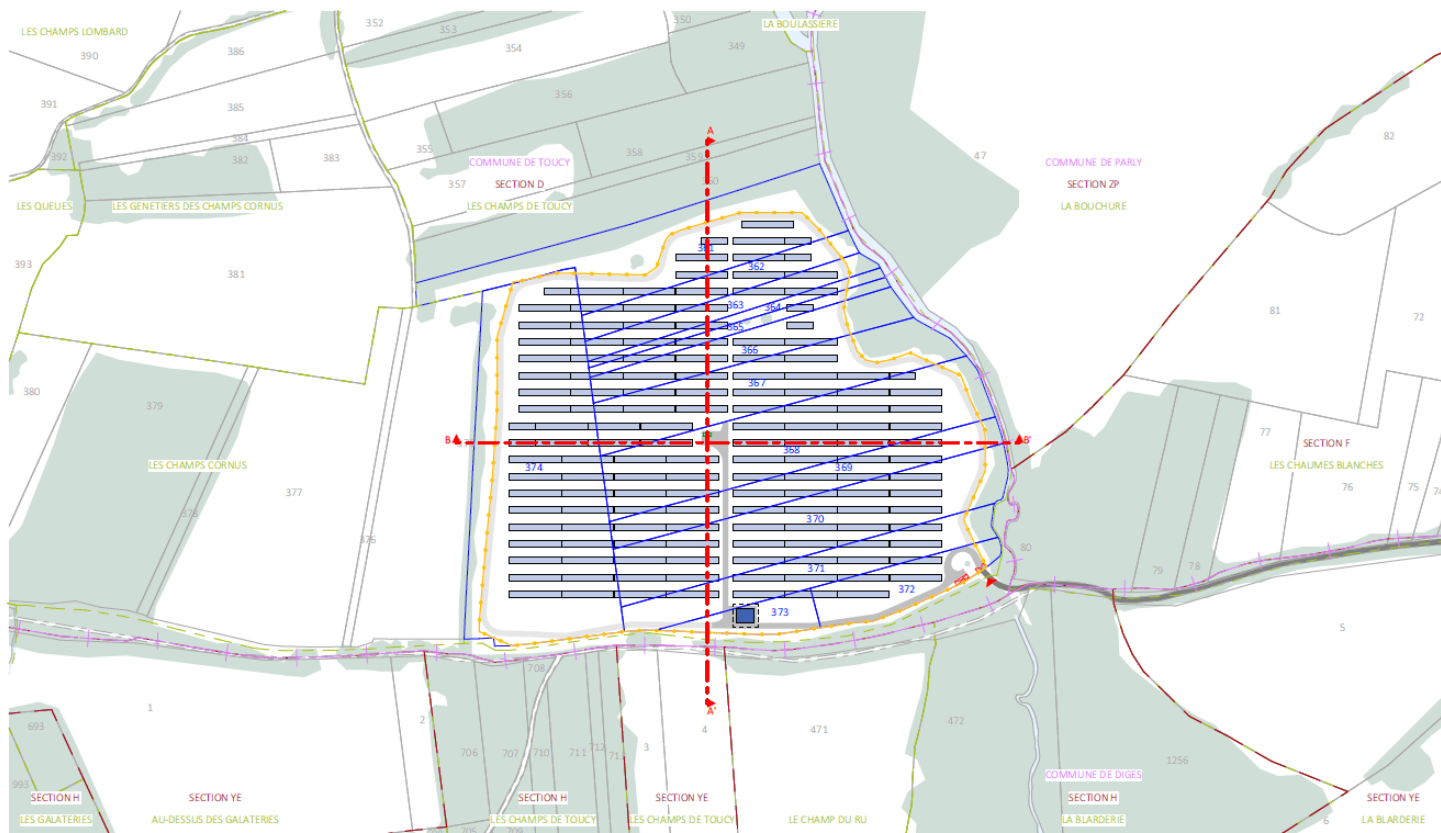
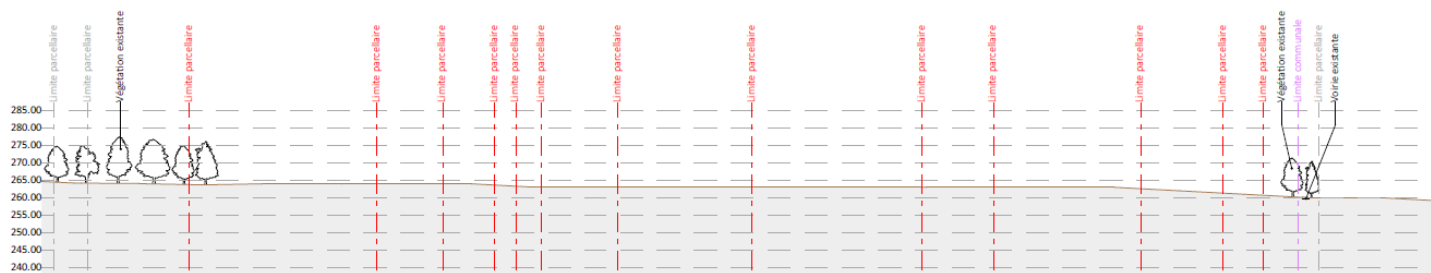
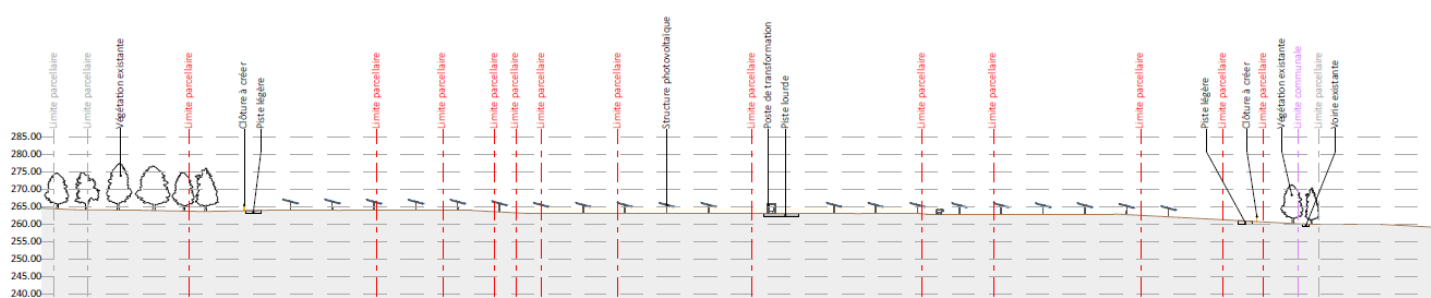


Figure 12 : Plan de coupes – Projet Ombrières agrivoltaïques de Toucy (source : l'M IN ARCHITECTURE)

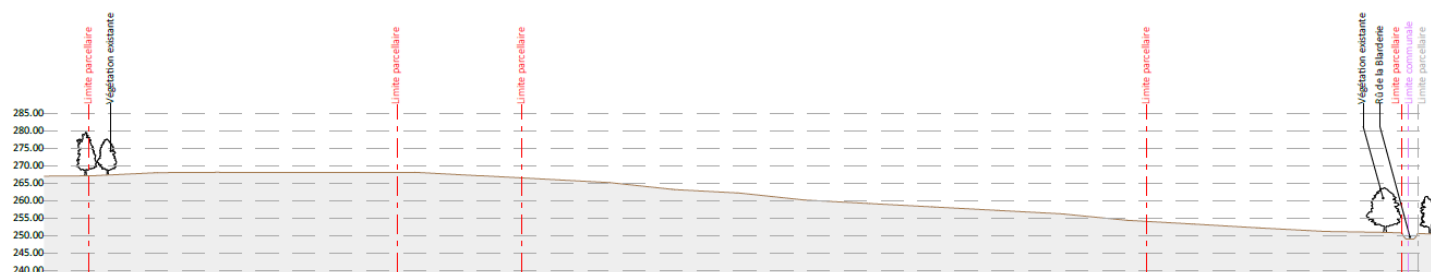
Annexe n° 8 – Notice descriptive – Projet d’ombrières agrivoltaïques de Toucy (89)



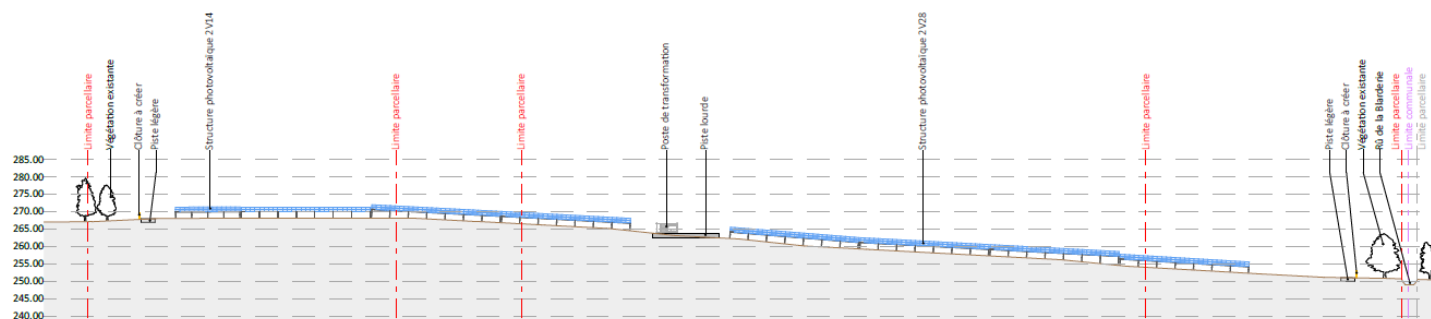
Coupe AA' Existant au 1/1000e



Coupe AA' Projet au 1/1000e



Coupe BB' Existant au 1/1000e



Coupe BB' Projet au 1/1000e

Figure 13 : Plan de coupes – Projet Ombrières agrivoltaïques de Toucy (source : I'M IN ARCHITECTURE)

4.2.2.3 Accès et autres aménagements

L’accès aux ombrières agrivoltaïques de Toucy se fera par le Sud-est, depuis l’accès déjà existant à la parcelle d’implantation du projet, via une piste en concassé de 4 mètres de large permettant le passage de poids lourds pour la phase de construction.

Des pistes d’accès qui permettront la maintenance et l’entretien du site seront aménagées entre les différents lots. Ces pistes seront de deux types (voir figure 10 et 13) :

- Des pistes périphériques légères en terrain naturel, d’une largeur d’environ 4 m seront présentes dans l’espacement existant entre la clôture et les structures photovoltaïques, permettant de faire le tour du parc.
- Une piste lourde interne, terrassée et stabilisée mais non imperméabilisée, sera présente à partir de l’accès Sud-Est, permettant d’accéder à l’ensemble des installations techniques du parc. Un décapage puis un rajout d’une vingtaine de centimètres d’épaisseur de substrat naturel (grave naturelle compactée) sera effectué afin d’assurer une stabilité de l’ensemble. Il est ainsi prévu une piste lourde de 425 m pour une largeur de 4m, soit une surface d’environ 1 700m². Une aire de retournement d’environ sera également positionnée à l’extrémité de la piste lourde.

L’espace entre la piste et la clôture sera entretenue par débroussaillage comme le spécifie les recommandations du SDIS.

Il sera également possible de circuler entre les panneaux pour l’entretien (nettoyage des modules, maintenance), pour des interventions techniques (pannes) ainsi que pour les travaux agricoles.

Une clôture assurera la sécurité lors de la phase d’exploitation. D’une hauteur de **2 m**, et d’une longueur d’environ 1185 mètres, celle-ci n’entravera pas le déplacement des espèces faunistiques puisqu’elle ne sera pas jointive avec le sol (30 cm de grandes mailles). Elle sera installée en bordure extérieure de la centrale.

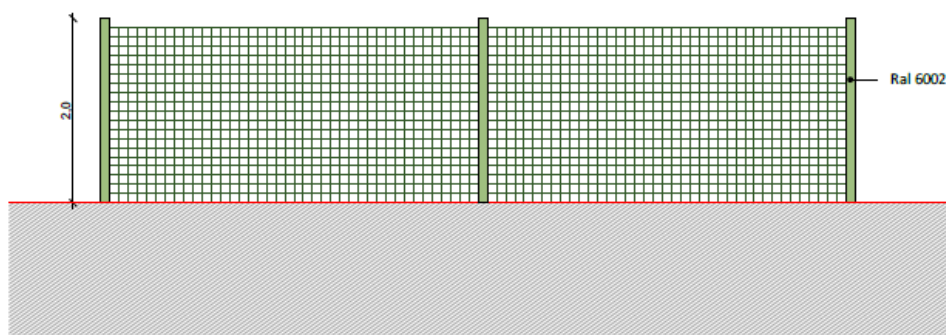


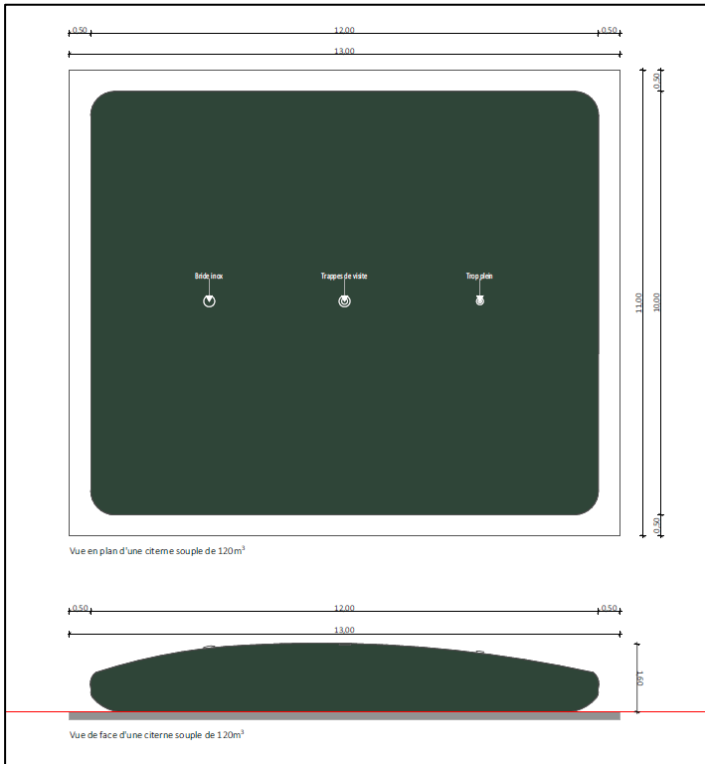
Figure 14 : Plan de la clôture grillagée (source : l'm IN ARCHITECTURE)

Un dispositif de sécurité sera installé afin de surveiller l’enceinte du projet d’ombrières agrivoltaïques et ainsi, de détecter toute tentative d’intrusion à l’intérieur de l’enceinte. Cette surveillance fonctionnera toute l’année, 24h/24h, dès lors que la centrale sera mise en service. Il sera privilégié une couleur de clôture pour une meilleure insertion paysagère.

Le portail d’accès, de 7m de large pour 2m de haut, sera de type double coulissant en acier galvanisé brut, comme présenté sur la figure suivante.



Une citerne souple d’une contenance de 120 m3 sera également installée à l’entrée du site, afin d’anticiper les besoins de lutte contre l’incendie, selon les recommandations du SDIS89.



4.2.3 Table résumée des caractéristiques techniques du démonstrateur

Tableau 1: Caractéristiques techniques du démonstrateur

Données générales	
Nombre de modules	8 092
Technologie (fixe ou tracker)	Fixe
Surface d’étude initiale	10,2 hectares
Surface clôturée	85 933m ²
Production estimée	7 300 MWh par an
Durée de vie de la centrale	40 ans
Données techniques	
Modules et tables	
Nombre de modules par tables et nombre de tables	140 tables 2V28 (soit 52 modules) et 9 tables 2V14 (soit 28 modules)
Dimension d’un module (Lxl)	2384 mm * 1303 mm
Dimensions d’une table (Lxl) – vue de dessus (=projeté)	2V28 : 37 024mm*4625mm, 2V14 : 18 502mm*4625mm
Hauteur minimale du module par rapport au sol	1m80
Hauteur maximale du module par rapport au sol	3m23
Espacement des tables	2 cm entre deux panneaux d’une même table 0,3 m entre deux tables d’une même rangée 7,37 m entre deux rangées (modules à modules) 12 m entre deux rangées (pieux à pieux)
Type de fixation au sol	Pieux Battus (Alternative avec micropieux considéré)
Nombre de pieux	2 032 pieux
Surface totale des tables en projection au sol	24 750m ²
Données techniques	
Bâtiments techniques	
Nombre de poste de transformation	1
Dimensions	6,058m * 2,896m * 2,438m (L*I*h)
Type de pose	Excavation puis remblai. Excavation sur une profondeur de 1m sur une surface équivalente à celle des bâtiments + 40cm de part et d’autre du bâtiment. Une couche de 15 cm de dalle béton sera déposée au fond de l’excavation et sera surmontée d’une couche de sable de 5 cm.
RAL du poste de transformation	
Type onduleur	Ex : Onduleur string = onduleur décentralisé
Nombre de poste de livraison	1
Dimensions	10m * 3m * 3m (L*I*h)

Type de pose	Excavation puis remblai. Excavation sur une profondeur de 1m sur une surface équivalente à celle des bâtiments + 40cm de part et d'autre du bâtiment. Une couche de 15 cm de dalle béton sera déposée au fond de l'excavation et sera surmontée d'une couche de sable de 5 cm.
RAL du poste de transformation	
Locaux de chantier	Algecos pour une surface totale de 100m²
Raccordements	
Raccordement pressenti (poste et linéaire)	Poste source ENEDIS de Saully environ 3km
Piste, plate-forme et clôture	
Piste périphérique	2 556m
Piste traversante	140m
Linéaire de clôture	1185 m
Hauteur de la clôture	2 m
Maille de la clôture (si possible)	Acier galvanisé avec des mailles plastifiées de couleur verte
Couleur de la clôture	Vert
Vidéo surveillance (nombre, hauteur des poteau)	Oui
Nombre de portail d'accès	1
Dimensions d'un portail d'accès (Lxl)	7m * 2m
RAL du portail d'accès	
Aménagements annexes	
Nombre de citerne incendie	1
Dimensions d'une citerne incendie + aire d'aspiration (si nécessaire)	Citerne : 12m * 10m et aire d'aspiration : 32 m² (8 x 4 mètres)
Conservation/renforcement de haies	Pour mémoire

4.2.4 Raccordement électrique et alimentation en électricité

Le réseau électrique d'une centrale photovoltaïque est composé de câbles de raccordement qui convergent de chaque groupe de panneaux vers une boîte de jonction, d'où repart un seul câble vers le local technique. Celui-ci comprend un ou plusieurs postes de conversion (onduleurs et transformateurs) reliés à un ou plusieurs postes de livraison. Les câbles de raccordement sont enterrés dès leur sortie de la table photovoltaïque et jusqu'au poste source.

Depuis les modules photovoltaïques jusqu'aux onduleurs, puis jusqu'aux postes de transformation et enfin jusqu'au poste de livraison, on parle de raccordement interne. Celui-ci est géré par l'exploitant de la centrale. Pour le présent projet, les onduleurs seront localisés sur les surfaces techniques à proximité des postes de transformation.

Les postes de transformation, associés aux onduleurs décentralisés, permettront de convertir le réseau continu en alternatif, compatible avec le réseau public de distribution, ainsi que d'élever la basse tension à la moyenne tension.



Figure 17 : Exemple d’onduleur décentralisé

Le projet d’ombrières agrivoltaïques de Toucy disposera d’un seul poste de transformation de dimensions $6,058m * 2,896m * 2,438m (L*I*h)$ pour une surface unitaire de $17.5 m^2$.

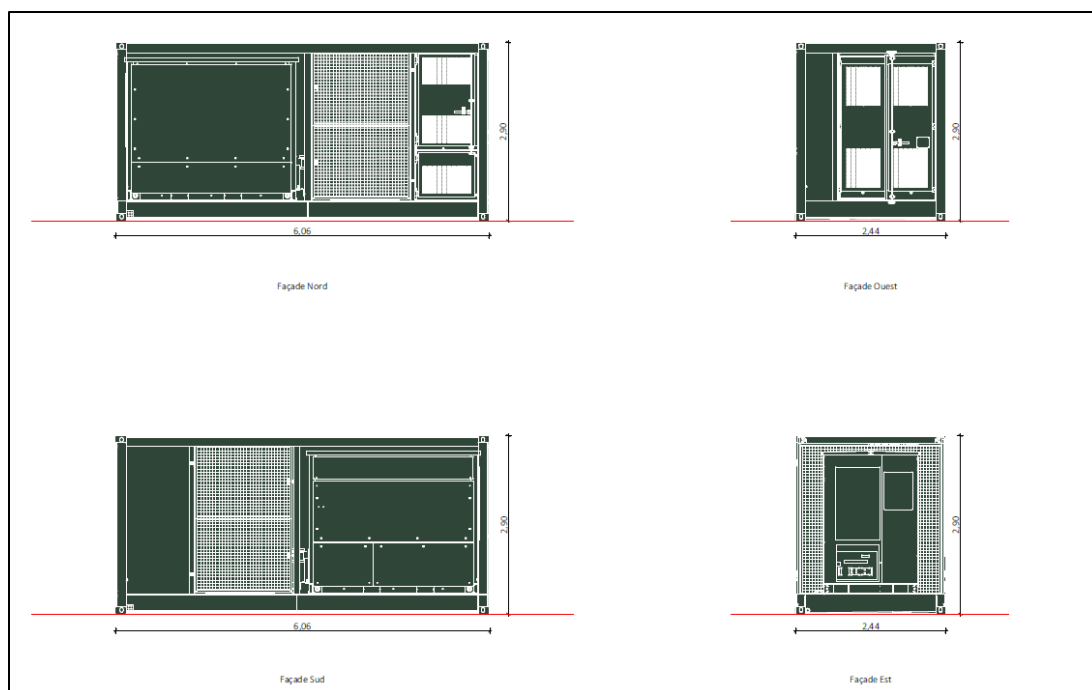


Figure 18 : Plan du poste de transformation

Le poste de livraison est le point de connexion entre l'installation photovoltaïque et le réseau de distribution d'électricité. Il est à l'interface entre les ombrières agrivoltaïques et l'extérieur afin qu'il soit accessible par ENEDIS sans devoir entrer à l'intérieur du parc.

Le poste de livraison permet également le comptage et la sécurité (fusible). Il sera donc positionné au Sud-est du site à proximité du portail d'accès.

Le projet disposera d'un poste de livraison de dimension $10 m \times 3 m \times 3 m$ pour une surface unitaire de $15 m^2$.

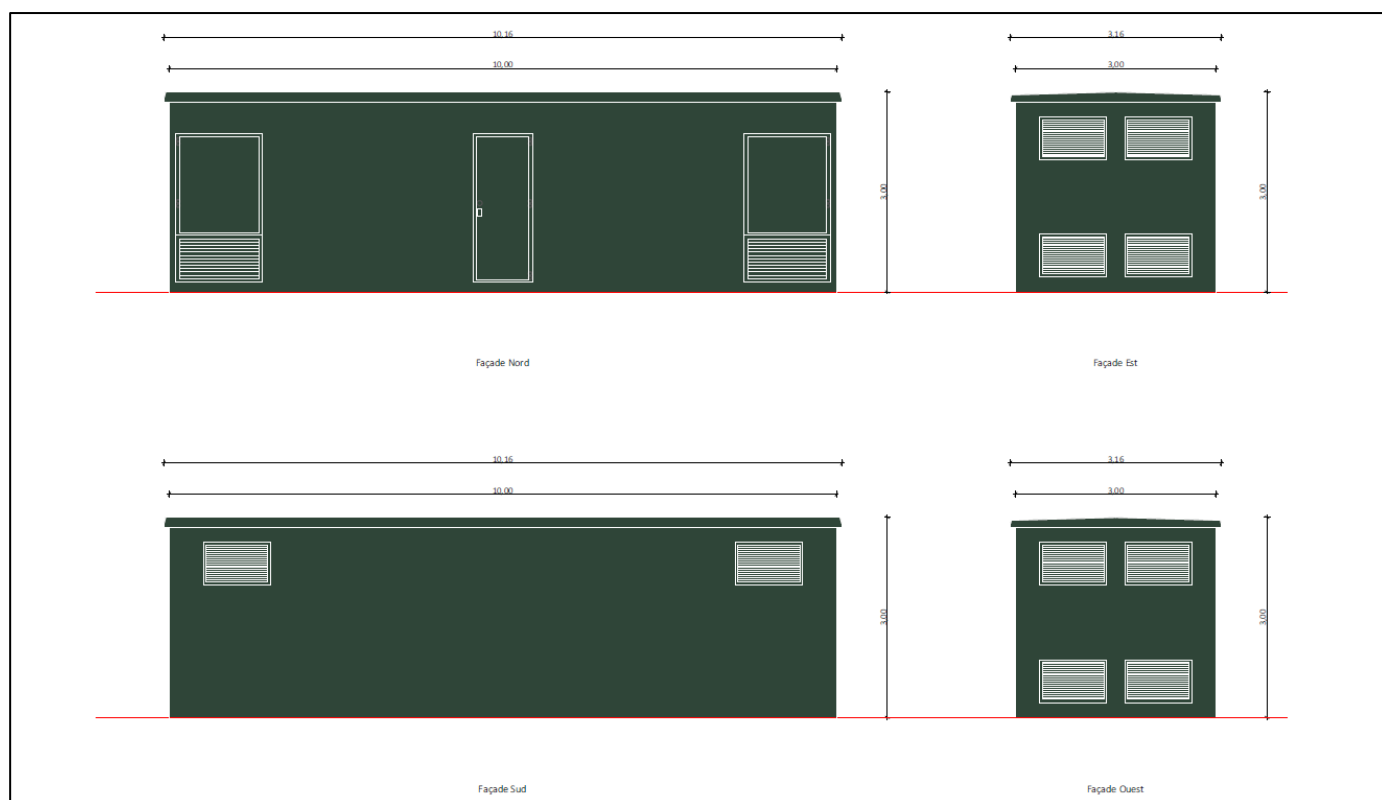


Figure 19 : Plan du poste de livraison

Le raccordement aura lieu au poste source le plus proche situé sur la commune de Parly, il s’agit du Poste de Transformation ENEDIS SAULLY HTB2 / HTB1 20-63 kV.

La décision du trajet final du raccordement de l’installations agrivoltaïque au réseau de distribution sera à la charge d’ENEDIS lorsque le chantier débutera.

4.2.5 Construction de l’installation agrivoltaïque

Avant toute intervention, les surfaces concernées par les ombrières agrivoltaïques pour élevage bovins seront strictement délimitées. Un plan de circulation du site et de ses accès sera mis en place de manière à limiter les nuisances et à assurer la sécurité des personnels. Les engins utilisés seront les suivants : chargeurs, niveleuses (si besoin terrassement), camions et pelles mécaniques.

Plusieurs grandes phases composent un chantier agrivoltaïque au sol :

- Phase de préparation du site : il s’agit de la phase de mise en condition du terrain par des travaux de génie-civil. Cela correspondra dans le cas du projet de Toucy à la fauche préalable du site, au décapage et au terrassement des sols lorsque ce sera nécessaire (piste lourde et emplacements des postes), à la stabilisation de la piste lourde (pose d’un GNT), à l’installation de la clôture, et au creusement des tranchées pour le raccordement.
- Phase de montage des ombrières agrivoltaïques : il s’agit ici dans un ordre logique du battage des pieux, de la fixation des structures sur ces pieux, de la pose et fixation des modules photovoltaïques sur les structures et du raccordement basse-tension des structures.
- Phase de raccordement entre les structures photovoltaïques, les postes de transformation et enfin le poste de livraison.

- Phase de remise en état du site et de mise en service : suppression des aménagements temporaires, végétalisation des secteurs remaniés si nécessaire, et tests avant la mise en service.

Le démarrage des travaux d'aménagement devra prendre en considération les points suivants :

- La période de mars à juillet est la plus sensible pour la reproduction de la faune (avifaune nicheuse dont les nicheurs précoces, amphibiens, reptiles, insectes...). **Le démarrage des travaux évitera donc cette période de mars à juillet.**
- Une fois les travaux démarrés, ceux-ci ne subiront **aucune interruption de plus de 10 jours de suite au sein de la période à risque de mars à août inclus.**

Les autres travaux (tels que ceux liés au raccordement électrique, à la mise en place des structures, à l'installation des panneaux, aux essais de mise en service...) pourront être réalisés sans contrainte de période. Les travaux devront être réalisés en période diurne (proscrire les travaux du crépuscule à l'aube).

4.2.6 Exploitation de l'installation agrivoltaïque

La phase d'exploitation et maintenance comprend un ensemble équilibré de prestations nécessaires à l'exploitation efficiente et la maintenance d'ombrières agrivoltaïques. Elle consiste en trois éléments clés :

- Surveillance à distance et ininterrompue des composants de la centrale et de la production ;
- Maintenance préventive selon un calendrier prédéfini ;
- Maintenance corrective en cas d'incidents impactant la production électrique.

Les normes et pratiques de l'exploitant IBERDROLA sont détaillés en Section 3.4.6

4.2.7 Démantèlement – Réversibilité de l'installation

Les ombrières agrivoltaïques sont conçues pour avoir une durée de vie d'au moins 40 ans.

À l'échéance de l'exploitation du parc, il sera entièrement démonté et les parcelles utilisées seront rendues à leur propriétaire dans l'état convenu dans le bail (soit 40 ans après la mise en service du parc agrivoltaïque). Au terme de cette période, il pourrait également être envisagé l'installation d'un nouveau parc.

Le bail administratif qui sera signé entre le porteur de projet et la société de projet Centrale Solaire AMDA VIII prévoira un engagement de remise en état du site dans son état initial en fin de bail. À l'issue du bail, le preneur démantèlera la centrale à ses frais, y compris le coût d'enlèvement des matériaux composant la centrale, de leurs destructions ou le cas échéant leur recyclage, le tout conformément aux dispositions légales en vigueur.

Ainsi le porteur de projet garantit le démantèlement et la remise en état du site :

- Enlèvement et recyclage des panneaux solaires ;
- Démontage et évacuation des structures et matériels hors sol ;
- Câbles et gaines déterrés et évacués ;
- Enlèvement des fondations béton et rebouchage des trous par de la terre ;
- Enlèvement des postes et de leurs dalles de fondation.

Les délais nécessaires au démantèlement de l'installation sont de l'ordre de 3 mois. Le démantèlement d'un parc agrivoltaïque ne pose pas de contraintes techniques notables puisque la très grande majorité des matériaux mobilisés

sont recyclables. L'installation ne comportera que très peu de béton (dalles des locaux techniques et éventuellement pieds de piquets de clôture).

4.2.7.1 Recyclage des modules

Le recyclage en fin de vie des panneaux photovoltaïques est devenu obligatoire en France depuis août 2014. Les principales lignes directrices en sont :

- Responsabilité du producteur (fabricant) : les opérations de collecte et de recyclage ainsi que leur financement, incombent aux fabricants ou à leurs importateurs établis sur le territoire français, soit individuellement soit par le biais de systèmes collectifs. Concrètement, cela passe par une éco participation à l'achat des modules que nous paierons, le cas échéant, au fabricant des modules ;
- Gratuité de la collecte et du recyclage pour l'utilisateur final ou le détenteur d'équipements en fin de vie ;
- Enregistrement des fabricants et importateurs opérant en UE ;
- Mise en place d'une garantie financière pour les opérations futures de collecte et de recyclage lors de la mise sur le marché d'un produit.

En France, c'est l'association européenne SOREN, via sa filiale française qui est chargée de collecter cette taxe et d'organiser le recyclage des modules en fin de vie. VEOLIA est l'entreprise retenue par cet organisme pour assurer la collecte et la mise en décharge avant recyclage.

Les modules collectés sont alors démontés et recyclés dans des usines spécifiques, puis réutilisés dans la fabrication de nouveaux produits. Le schéma collectif de SOREN affiche un taux de recyclage des panneaux compris entre 90 et 97 %³.

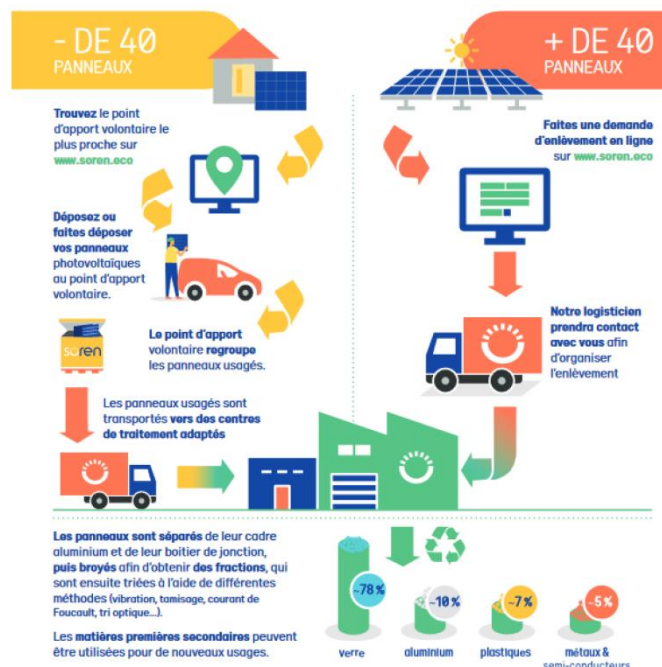


Figure 20: Processus de collecte par SOREN (source : SOREN)

4.2.7.2 Recyclage des onduleurs et poste de livraison

Le processus de recyclage des postes onduleurs est pris en charge par le fabricant d'onduleurs.

³ Finergreen Insight #4, Juin 2016

Le poste de livraison ainsi que les boîtes de jonction sont des équipements électriques tout à fait communs et le processus de collecte et de recyclage sera conforme aux directives européennes.

4.2.7.3 Recyclage des autres matériaux

Les autres matériaux issus du démantèlement des installations (béton, acier) suivront les filières de recyclage classiques. Les pièces métalliques facilement recyclables, seront valorisées en matière première. Les déchets inertes seront réutilisés comme remblai pour de nouvelles voiries ou des fondations.

4.3 INTEGRATION DU PROJET DANS SON ENVIRONNEMENT

4.3.1 Procédures et références applicables

Procédure	Référence réglementaire	Situation du projet vis-à-vis de la procédure	
Permis de construire	Articles R 421-1 et 421-9 du Code de l’Urbanisme	Le projet est une installation d’ombrières dynamiques agrivoltaïques de puissance supérieure à 250 kWc.	Concerné
Evaluation environnementale comprenant étude d’impact	Article R 122-2 du Code l’Environnement	Le projet n’est pas un parc agrivoltaïque au sol de plus de 250 kWc.	Non concerné
Examen au cas par cas	Article R.122-1 et R 122-2 du Code l’Environnement	Le projet est une installation d’ombrières dynamiques agrivoltaïques de puissance supérieure à 250 kWc.	Concerné
Dossier d’Autorisation Environnementale	Décret n°2017-80 du Code de l’Environnement	Le dossier n’est pas soumis à la réalisation d’une autorisation Loi sur l’Eau.	Non concerné
Enquête Publique	Article R123-1 du Code L’Environnement	Le projet n’est pas soumis à la réalisation d’une étude d’impact.	Non concerné
Demande de défrichement	Article L. 341-1 du Code Forestier	L’emprise du site ne compte que quelques arbres épars	Non concerné
Evaluation des incidences Natura 2000	Article R414-19 du Code de l’Environnement	Le projet se trouve à l’écart de toute zone Natura 2000.	Non concerné
Dossier Loi sur l’Eau	Article R214-1 du Code de l’Environnement	L’espacement entre les tables ou les panneaux entre eux et la très faible artificialisation des sols ne sont pas de nature à remettre en cause le fonctionnement hydro de la zone	Non concerné
Dossier de demande de dérogation au titre de la destruction d’espèces protégées et de leur habitat	Article L. 411-1 et L.411-2 du Code de l’Environnement	Après diagnostic écologique, pas de déclaration d’espèces protégées nécessaires.	Non concerné
Etude préalable agricole	Article L.112-1-3 du Code Rural et de la Pêche Maritime	Le projet n’est pas un parc agrivoltaïque au sol.	Non concerné

Tableau 2: Procédures et références applicables au projet Toucy

4.3.2 Réalisation d’une évaluation au cas par cas

D’après l’article R.122-1 et R.122-2 du Code de l’Environnement, les installations photovoltaïques de type ombrières de puissance de supérieure ou égale à 3MWc sont soumises à un examen au cas par cas.

Le choix de l’implantation finale repose sur une analyse multicritère ayant permis d’identifier un scénario de moindre impact considérant le plus d’enjeux possibles. Il s’agit d’un travail itératif ayant pris en compte les sensibilités physiques, environnementales, humaines ainsi que paysagères et patrimoniales.

Le projet de Toucy prévoit l’installation d’ombrières agrivoltaïques d’une puissance de 5,8 MWc sur la commune de Toucy, dans l’Yonne.

Le projet se compose des structures photovoltaïques, de structures de livraison et de transformation, d’un réseau de chemins d’accès, et de divers aménagements annexes (clôtures, portails, et dispositifs de lutte contre l’incendie).

La production annuelle attendue de ce projet représente environ 7,3 GWh, soit l’équivalent de la consommation annuelle d’environ 1700 foyers par an.

La production d’énergie sera associée à un projet agricole de production fourragère et pâturage bovins, qui permettra à l’exploitation concernée de répondre à ses besoins et son objectif de développement des pratiques agroécologiques pour tendre vers la neutralité carbone.

Le choix de l’implantation finale repose sur une analyse multicritère ayant permis d’identifier un scénario de moindre impact considérant le plus d’enjeux possible. Il s’agit d’un travail itératif ayant pris en compte les sensibilités physiques, environnementales, humaines ainsi que paysagères et patrimoniales.

4.4 DOCUMENTS D’URBANISME

4.4.1 TOUCY / PLU

La zone de projet est localisée en **zone non constructible de la commune de Toucy, couverte par le Plan Local d’Urbanisme Intercommunal du Toucycois, qui couvre les communes de la Communauté de communes Cœur de Puisaye, depuis le 21 octobre 2014.**

Toucy Agri-PV est un projet d’ombrières agrivoltaïques, ayant une vocation agricole principale, implanté sur le territoire de la commune de Toucy.

S’agissant de la compatibilité avec les règles d’urbanisme applicables, la zone A du PLUi correspond « aux secteurs du territoire à protéger en raison du potentiel agronomique, biologique ou économique des terres agricoles. Elle comprend des constructions et installations nécessaires à l’exploitation agricole et aux services publics ou d’intérêt collectif. »

L’article 1.2 du règlement de la zone A prévoit que sont autorisées sous conditions :

« **Exploitation agricole et forestière :**

- Les **constructions liées à l’exercice d’une activité agricole ou forestière** (constructions destinées au logement du matériaux, des animaux et des récoltes),

- Les **constructions à usage d’élevage ou d’engraissement**, à condition d’être éloignées d’au moins 100 mètres de la limite des zones urbaines (U) et des zones d’extension urbaine (AUA et AUY),

- Les **constructions liées au développement d’activités agricoles annexes existantes ou à créer** (éolien, bois : déchiquetage, séchage, plates-formes de compostage, recyclage de matières naturelle, unité de méthanisation, ...), à condition de faire l’objet d’une recherche d’intégration paysagère,

- Le **changement de destination de constructions agricoles ou forestières liées au développement d’activités agricoles annexes**,

- Les **habitations** destinées à un logement principal **lié avec l’exploitation agricole ou forestière**, à condition de faire l’objet d’une recherche d’intégration paysagère. »

S’agissant d’un projet agrivoltaïque, appliqué à une exploitation d’élevage, celui-ci pourrait entre dans les catégories de constructions :

- « liées à l’exercice d’une activité agricole »,
- ou « à usage d’élevage ou d’engraissement ».

Le caractère agrivoltaïque du projet d’ombrières de Toucy établi (voir section 2), le projet est donc compatible avec le règlement en vigueur sur la zone A.

4.5 CONCERTATION AVEC LES ACTEURS LOCAUX

Des réunions de concertations ont été organisées afin d’informer et d’intégrer le maximum d’acteurs à la démarche de développement du projet.

Tout au long du développement du projet	Réunions d’avancement régulières avec M. Blin, agriculteur
10/2023	Présentation en Mairie de Toucy (89)
11/2023	Présentation à la Communauté de Communes Cœur de Puisaye (89)
09/2024	Pole EnR - Préfecture du 89
10/2023	Comité de projet – Mairie de Toucy <i>(Présence de toutes les communes limitrophes & Communauté de communes)</i>
11/2024	Réunion publique de présentation du projet sur la commune de Toucy

5 SYNTHESE PARTIE TECHNIQUE DU PROJET

- Une structure agrivoltaïque sur **10,2 ha**.
- Un projet cohérent avec les **besoins de l’exploitation de M Frédéric Blin**.
- Un **projet innovant d’adaptation au changement climatique**.
- Une **emprise de projet adaptée en cours de développement**.
- Une **véritable réflexion sur l’insertion paysagère du projet**.
- Un projet compatible avec les conditions fixées par le décret **n°2024-318 du 8 avril 2024**
- Un projet agricole co construit avec l’exploitant M Frédéric Blin.
- Un **projet concerté et soutenu** localement (Mairie, Chambre d’Agriculture, Pôle EnR, etc.).
- Une durée d’exploitation de **40 ans** et un démantèlement encadré via le cadre contractuel.