

ÉTUDE PREALABLE AGRICOLE

PROJET AGRIVOLTAÏQUE DE RIMAUCCOURT (52)

Rapport d'étude

Version 1 : 01/03/2023

Version 2 : 14/03/2023

Agrosolutions - Rédacteurs : Chloé Cantuel et Alizée Loiseau (chef de projet)

Photosol – Porteur de projet : Juliette Négri et Valentine Désormeaux (chef de projet)

Sommaire

SYNTHESE	1-7
1 INTRODUCTION	1-8
1.1 Contexte législatif et réglementaire de l'étude préalable agricole	1-8
1.2 Contenu de la présente étude	1-9
2 ELEMENTS METHODOLOGIQUES	1-12
2.1 Définitions	1-12
2.1.1 Définition de la production agricole primaire	1-12
2.1.2 Définition de la commercialisation par les exploitants agricoles	1-13
2.1.3 Définition de la première transformation de produit agricole	1-13
2.2 Délimitation du territoire d'étude	1-13
2.3 Méthodes d'enquête	1-15
2.3.1 Exploitants agricoles	1-15
2.3.2 Commercialisation par les exploitants agricoles	1-16
2.3.3 Première transformation d'un produit agricole	1-16
2.4 Appréciation des effets négatifs	1-17
2.5 Appréciation des effets cumulés	1-18
3 DESCRIPTION DU PROJET DE RIMAUCCOURT ET SOUMISSION AUX EXIGENCES DU CODE RURAL ET DE LA PECHE MARITIME.....	1-19
3.1 La production d'énergie photovoltaïque en région Grand-Est	1-19
3.2 Genèse du projet	1-20
3.3 Description du projet agrivoltaïque de Rimaucourt et du contexte historique des parcelles	1-20
3.3.1 Description du porteur du projet	1-20
3.3.2 Description du projet de centrale agrivoltaïque	1-22
3.3.2.1 Généralités	1-22
3.3.2.2 Plans du projet : implantations, technologies, écartements	1-24
3.3.2.3 Phasage du projet	1-26
3.3.2.4 Projet agrivoltaïque : intégration en tant que mesure de réduction principale des effets du projet sur l'économie agricole du territoire.....	1-26
3.3.3 Description des parcelles concernées	1-26
3.4 Justification de la soumission du projet à une étude préalable agricole	1-27
3.5 Synthèse descriptive du projet	1-29
4 ANALYSE DE L'ETAT INITIAL DE L'ECONOMIE AGRICOLE DU TERRITOIRE CONCERNE PAR LE PROJET AGRIVOLTAÏQUE DE RIMAUCCOURT	1-30

4.1	Contexte et enjeux à l'échelle du territoire	1-30
4.1.1	Un territoire agricole dominé par les grandes cultures et l'élevage bovin.....	1-30
4.1.2	L'élevage ovin viande pour diversifier ses productions agricoles	1-33
4.1.3	A l'échelle de la parcelle	1-35
4.1.4	A l'échelle du territoire.....	1-37
4.1.4.1	Production agricole primaire.....	1-37
4.1.4.2	Commercialisation	1-39
4.1.4.3	Transformation	1-42
4.2	Synthèse du territoire d'étude	1-43
5	ETUDE DES EFFETS DU PROJET SUR L'ECONOMIE AGRICOLE DU TERRITOIRE.....	1-44
5.1	Mesures d'évitement	1-44
5.2	Mesures de réduction et leurs impacts	1-47
5.2.1	Description générale du projet d'agrivoltaïsme	1-48
5.2.2	Impacts du projet sur la filière fruit	1-50
5.2.2.1	Atelier de production de fraises.....	1-50
5.2.2.2	Atelier de production de framboises	1-50
5.2.2.3	Atelier de production de raisin de table et de raisins secs.....	1-53
5.2.3	Impacts du projet de la filière ovine	1-54
5.2.4	Sur l'emploi.....	1-55
5.2.5	Bilan des effets positifs du projet sur l'économie agricole locale	1-56
5.3	Effets négatifs du projet agrivoltaïque de Rimaucourt	1-56
5.3.1	Effets négatifs du projet à l'échelle de la production primaire	1-56
5.3.2	Effets négatifs à l'échelle de la commercialisation	1-58
5.3.3	Effets négatifs à l'échelle de la transformation.....	1-58
5.4	Synthèse globale des effets du projet	1-58
6	EFFETS CUMULES AVEC D'AUTRES PROJETS CONNUS	1-59
7	MESURES DE COMPENSATION COLLECTIVE	1-60
7.1	Méthodologie du calcul du montant de compensation collective.....	1-60
7.2	Calcul des impacts économiques du projet	1-63
8	RESPECT DE LA CHARTE DEPARTEMENTALE ENCADRANT LES PROJETS PHOTOVOLTAÏQUES AU SOL EN HAUTE-MARNE	1-64
9	CONCLUSION	1-67
10	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	1-69
ANNEXES	1-71	
Annexe 1 : Textes de base	1-71	

Annexe 2 : Résumé de l'entretien avec les agriculteurs impactés par le projet.....	1-76
1. Informations sur l'exploitation en général :	1-76
2. Concernant les parcelles sur l'emprise du projet uniquement :	1-77
3. Impacts du projet sur votre exploitation (négatifs et positifs) :	1-79
4. Mécanisation (uniquement si l'exploitant agricole souhaite continuer à cultiver les parcelles entre les panneaux photovoltaïques):	1-80
Annexe 3 : Etude pédologique – Site de projet d'implantation d'un parc photovoltaïque à Rimaucourt (source Chambre d'Agriculture de Haute-Marne)	1-81
Annexe 4 : Présentation du projet d'exploitation de Christian Courtier	1-95
Annexe 5 : Présentation de la société PHOTOSOL (source PHOTOSOL).....	1-98
Annexe 6 : Justification du choix du site (source PHOTOSOL).....	1-111
Annexe 7 : Etude du projet agricole de Monsieur Christian COURTIER avec un parc photovoltaïque à Rimaucourt (source : Chambres d'Agriculture Aube-Haute-Marne).....	1
Annexe 8 : Etude de luminosité pour le projet agrivoltaïque de Rimaucourt (source : Lucisun)	15

Table des figures

Figure 1 - Déroulé de l'étude	1-11
Figure 2 - Schéma du périmètre d'une étude préalable agricole	1-14
Figure 3 - Evolution du portefeuille de centrales photovoltaïques de PHOTOSOL (Source : PHOTOSOL).....	1-21
Figure 4 - Carte des implantations des centrales photovoltaïques de PHOTOSOL (Source : PHOTOSOL).....	1-21
Figure 5 - Localisation du projet agrivoltaïque de Rimaucourt	1-22
Figure 6 - Plan cadastral des parcelles du projet.....	1-23
Figure 7 - Plan de masse du projet.....	1-24
Figure 8 – Parcellaire du projet agrivoltaïque de Rimaucourt.....	1-27
Figure 9 - OTEX du département de Haute-Marne (Source : Agreste, recensement agricole 2020)	1-31
Figure 10 - Carte de l'aire d'appellation du Langres (Source : BDCARTO-IGN, MAPINFO, I.N.A.O, 01/2009	1-33
Figure 11 - Localisation du cheptel ovin dans le Grand Est en 2019 (Source : ASP - PAC 2019)	1-34
Figure 12 - Présentation des différents labels développés par COBEVIM en partenariat avec SOVILEG	1-35
Figure 13 - Carte présentant le diagnostic des sols (source : Chambre d'Agriculture de Haute-Marne)	1-36
Figure 14 - Carte présentant le territoire de la production primaire	1-37
Figure 15 – Assolement 2021-2022 du GAEC Courtier (surface par production végétale par culture en ha)	1-38
Figure 16 – Territoire de la première commercialisation.....	1-40
Figure 17 – Volume de collecte et zone de collecte du négoce SEPAC COMPAGRI.	1-41
Figure 18 – Volume et zone de collecte du groupe coopératif EMC2.....	1-42
Figure 19 – Sites alternatifs (en violet) identifiés et principales contraintes sur la zone tampon étudiée (Source : PHOTOSOL)	1-45
Figure 20 – Sites alternatifs identifiés hors contraintes environnementales et agricoles et ayant une surface supérieure à 5 ha (Source : PHOTOSOL)	1-47
Figure 21 – Organisation du parcellaire de la zone de production de fruits et d'expérimentation (Source : PHOTOSOL)	1-50
Figure 22 – Plan d'implantation des panneaux en plein sur les ateliers framboise et vigne (Source : PHOTOSOL)1-51	
Figure 23 – Illustration de l'implantation des framboisiers sous des panneaux en plein sur Rimaucourt (Source : PHOTOSOL)	1-52
Figure 24 – Illustration de l'implantation des vignes sous des panneaux en plein sur Rimaucourt (Source : PHOTOSOL)	1-53
Figure 25 – Localisation des projets dans le périmètre des effets cumulés	1-60
Figure 26 - Méthodologie de calcul de compensation agricole	1-61
Figure 27 – Répartition de la valeur (% de PBS) par production sur la future exploitation de Christian Courtier..	1-63

Table des tableaux

Tableau 1 - Estimation du linéaire et de la surface de pistes sur la centrale photovoltaïque de Rimaucourt....	1-25
Tableau 2 - Estimation des surfaces non exploitables en agriculture pour la centrale photovoltaïque de Rimaucourt	1-25
Tableau 3 - Conditions cumulatives de soumission à étude préalable agricole (Code rural et de la pêche maritime, Code de l'Environnement)	1-28
Tableau 4 - Effectifs ovins déclarés par département dans le Grand Est (Source : ASP – PAC 2010-2019)	1-34
Tableau 5 - Présentation des productions du GAEC COURTIER	1-38
Tableau 6 - Présentation de l'assolement de l'exploitation de Christian Courtier (Source : Chambre d'Agriculture de l'Aube et de la Haute-Marne)	1-49

Tableau 7 – Tableau récapitulatif des effets positifs du projet sur le site de Rimaucourt	1-56
Tableau 8 – Perte de volume et de chiffre d'affaires à l'échelle de la production primaire sur le site de Rimaucourt	1-57
Tableau 9 – Evolution du chiffre d'affaires sur les parcelles du projet agrivoltaïque de Rimaucourt	1-59
Tableau 10 – Calcul de la valeur créée par euro investi dans la région Grand-Est.....	1-61
Tableau 11 - Valeur de Production Brute Standard Moyenne en Haute-Marne utilisée pour le calcul de l'impact direct négatif.....	1-62
Tableau 12 - Valeurs de Productions Brutes Standards Moyennes en Champagne-Ardenne utilisées pour le calcul de l'impact direct positif	1-62
Tableau 13 – Calcul de l'impact économique direct	1-63
Tableau 14 - Résumé des exigences agricoles pour un projet agrivoltaïque de la charte de la Haute-Marne et correspondance avec le projet.....	1-64

SYNTHESE

Le projet de centrale agrivoltaïque mené par la société PHOTOSOL sur les communes de Rimaucourt et Vignella-Côte dans le département de la Haute-Marne (52) a une emprise finale réduite au sol de 11,25 ha. Le futur parc sera situé sur des parcelles agricoles actuellement cultivées en grandes cultures en agriculture conventionnelle (pas de label ou de sigle de qualité).

Les parcelles sont actuellement exploitées par le GAEC Courtier qui perdra 2,67% de sa SAU avec le projet. Cela représente une perte de volume de grandes cultures d'environ 60,2 t/an et aura un impact négligeable sur les acteurs de la commercialisation sur le territoire. L'emploi agricole ne sera pas impacté.

Les parcelles sont la propriété de Christian Courtier (frère de l'exploitant actuel) et il souhaite récupérer l'usage afin de pouvoir s'installer. Il a un projet atypique de production de fraises, framboises, raisins de table et raisins secs et ovins viandes. Les cultures fruitières demandent d'importants besoins en investissements et afin d'avoir un projet économiquement viable, l'exploitant a contacté la société PHOTOSOL.

Le développeur s'est déclaré intéressé par le projet et a proposé de mettre en place des panneaux photovoltaïques adaptés à l'élevage ovin sur les 9,75 ha de prairie et de mettre en place un projet d'expérimentation avec des ombrières photovoltaïques sur les ateliers framboises et raisins de table. Le projet de Rimaucourt est donc un projet d'agrivoltaïsme.

Les Chambres d'Agriculture Aube-Haute-Marne et la station d'expérimentation Planète Légumes ont été contactés et ont déterminé avec PHOTOSOL le protocole d'expérimentation. Ces deux entités assureront également le suivi expérimental.

Les Chambres d'Agriculture ont également réalisé une étude de potentiel agronomique des sols (potentiel agronomique bon pour le territoire d'étude) et en partenariat avec Planète Légume l'étude de faisabilité technico-économique du projet agrivoltaïque de Rimaucourt. L'étude conclut que le projet agricole de Rimaucourt ne pourrait exister sans association avec de la production d'énergie.

Le projet agricole permettra de générer au minimum 1,4 emploi temps plein sur le territoire (installation de l'agriculteur et embauche d'un salarié à temps partiel) et nécessitera l'utilisation de saisonniers lors des périodes de pic de production.

Les productions seront commercialisées en vente directe ou circuit-court et permettront une relocalisation de l'alimentation sur le territoire avec des productions pas ou peu produites sur le territoire Haut-Marnais (fraises, framboises, raisins de table).

La mise en place du projet permettra de générer un gain de chiffre d'affaires estimé à 66 388,5 € grâce à la mise en place de cultures à haute valeur ajoutée.

Par ailleurs, la Production Brute Standard (PBS) sur les parcelles évoluera de 1 226,98 €/ha (OTEX polyculture-polyélevage en Haute Marne, Agreste, 2020) à un PBS de 3 709,84 €/ha.

Le projet aura donc un impact positif sur l'économie agricole du territoire. Il n'est donc pas nécessaire d'affecter un montant de compensation au projet.

1 Introduction

La réalisation d'une étude préalable agricole est encadrée par un dispositif législatif et réglementaire qui sert de fondement au travail réalisé¹.

En effet, Agrosolutions s'appuie sur les textes en vigueur pour réaliser l'étude préalable agricole consacrée au projet porté par la société PHOTOSOL et l'exploitation agricole de Monsieur Christian COURTIER, et impactant 11,25 ha de parcelles agricoles situées sur les communes de Rimaucourt et Vignes-la-Côte (ci-après désigné « Projet agrivoltaïque de Rimaucourt»), dans le département de Haute-Marne (52).

Les textes de référence de l'étude préalable agricole sus mentionnés sont :

- la loi d'avenir pour l'Agriculture, l'Alimentation et la Forêt n°2014-1170 du 13 octobre 2014, publiée au JORF du 14 octobre 2014,
- le décret n°2016-1190 du 31 août 2016, relatif à l'étude préalable agricole et aux mesures de compensation agricole, publié au JORF du 2 septembre 2016,
- l'instruction ministérielle n°2016-761, datée du 22 septembre 2016, expliquant certaines dispositions du décret sus évoqué.

En l'absence de précisions apportées par les textes sur certains des termes essentiels du dispositif comme la production agricole primaire, la première transformation et la commercialisation par les exploitants agricoles, Agrosolutions propose, en les justifiant, des définitions conformes au droit en vigueur et appropriées à l'état d'esprit du dispositif d'étude préalable agricole (paragraphe 2.1).

1.1 Contexte législatif et réglementaire de l'étude préalable agricole

Introduite par la loi d'avenir pour l'Agriculture, l'Alimentation et la Forêt n°2014-1170 du 13 octobre 2014 et codifiée à l'article L.112-1-3 du Code rural et de la pêche maritime, la réalisation d'une étude préalable agricole est un prérequis pour certains projets d'aménagement, de construction et de travaux.

Des critères permettant d'identifier ces projets ont été fixés par le décret n°2016-1190 du 31 août 2016, relatif à l'étude préalable agricole et aux mesures de compensation agricole prévues à l'article L.112-1-3 du Code rural et de la pêche maritime. Ces critères cumulatifs ont été énumérés à l'article D. 112-1-18 dudit code. L'article D.112-1-19 de ce même code précise le contenu de l'étude préalable agricole à respecter ainsi que la procédure s'appliquant à cette étude. Ces dispositions seront explicitées ci-dessous.

L'objectif de l'étude préalable agricole est d'analyser les effets d'un projet sur l'économie agricole du territoire concerné. Cette étude a pour finalité d'objectiver les effets du projet en question, tout en le mettant dans une relation cumulative avec d'autres projets connus sur le même territoire, pouvant eux aussi avoir un impact sur l'économie agricole. C'est pourquoi, conformément aux dispositions du Code rural et de la pêche maritime précédemment évoquées, l'étude préalable agricole doit permettre de délimiter le territoire économique agricole correspondant à la réalité des flux économiques agricoles présents sur le territoire du projet étudié. L'étude préalable s'attache à analyser objectivement le fonctionnement et l'organisation de l'économie agricole de ce

¹ RDR (Règlement de Développement Rural) n°450 de février 2017, « L'étude préalable agricole : un dispositif juridique inachevé ».

territoire. Elle étudie l'ensemble des effets positifs et négatifs du projet sur l'économie agricole du territoire concerné afin d'y apporter des réponses sous forme de mesures d'évitement, de réduction et le cas échéant de compensation économique collective². Ces mesures sont exigées dès lors que des effets négatifs résiduels notables auront été identifiés.

Ces mesures doivent être pertinentes et proportionnées conformément à l'article D.112-1-21-I du Code rural et de la pêche maritime. Elles visent à consolider l'économie agricole du territoire concerné. La consolidation suppose d'apporter un élément de robustesse économique supplémentaire.

1.2 Contenu de la présente étude

Le contenu de l'étude préalable agricole, développé dans le présent document, suit les termes des textes législatifs et réglementaires codifiés dans le Code rural et de la pêche maritime ainsi que les dispositions des codes de l'environnement et de l'urbanisme qui s'appliquent. Ainsi, le contenu de l'étude préalable agricole répond aux exigences fixées par l'article D 112-1-19 1°, 2° et 3° du Code rural et de la pêche maritime.

Cette étude repose sur l'identification du territoire agricole retenu par l'étude préalable agricole : celui-ci constitue la base de la réflexion. En effet, de cette délimitation dépendra la nature des effets positifs et négatifs du projet agrivoltaïque de Rimaucourt sur l'économie agricole collective.

Pour délimiter ce territoire, Agrosolutions recueille des données économiques agricoles auprès des acteurs agricoles locaux impactés par le projet. Rassembler ces données permet à Agrosolutions de réaliser l'ensemble des documents cartographiques et/ou chiffrés présentés dans l'étude ci-après. Ces éléments permettent de visualiser les dynamiques économiques qui existent sur le territoire. Ils sont la preuve objective de l'économie agricole impactée par le projet agrivoltaïque de Rimaucourt.

Le contenu de l'étude préalable s'articule autour de (Figure 1) :

- une description du projet du pétitionnaire ;
- une analyse de l'état initial de l'économie agricole, en partant des parcelles concernées et en remontant jusqu'aux premiers acteurs de commercialisation et de transformation des productions ;
- une délimitation du territoire économique agricole concerné par le projet, notamment aux travers des acteurs impactés ;
- une étude des effets négatifs et positifs du projet sur l'économie agricole du territoire ;
- une quantification des mesures d'évitement appliquées à ces effets bruts ainsi qu'une quantification des effets non évités à leur suite ;
- une quantification des mesures de réduction appliquées sur les effets non évités et donc des effets résiduels ;
- un avis consultatif, qualifiant le caractère notable ou non de ces effets négatifs résiduels.

² Dès lors que les mesures d'évitement des effets négatifs sur l'économie agricole ne sont pas suffisantes, il convient de travailler des mesures de réduction pour les effets qui n'ont pu être évités. Le cas échéant, des mesures de compensation collective doivent être proposées et mises en œuvre pour compenser les effets qui n'ont pu être évités ni réduits (effets négatifs résiduels) et restent notables sur l'économie agricole du territoire d'étude.

Cette première étape permet ainsi de proposer aux services de l'Etat un avis sur la présence d'effets négatifs résiduels notables ou non. Dans le cas de l'identification d'effets négatifs résiduels notables, Agrosolutions proposera et chiffrera, dans un second temps, la proposition de mesures de compensation collective agricole.

→ Agrosolutions présente dans le présent document les éléments nécessaires pour apporter une lecture des effets négatifs résiduels et un avis consultatif sur leur caractère notable ou non. La CDPENAF pourra baser sa réflexion sur ces différents éléments, pour rendre son avis sur le projet.

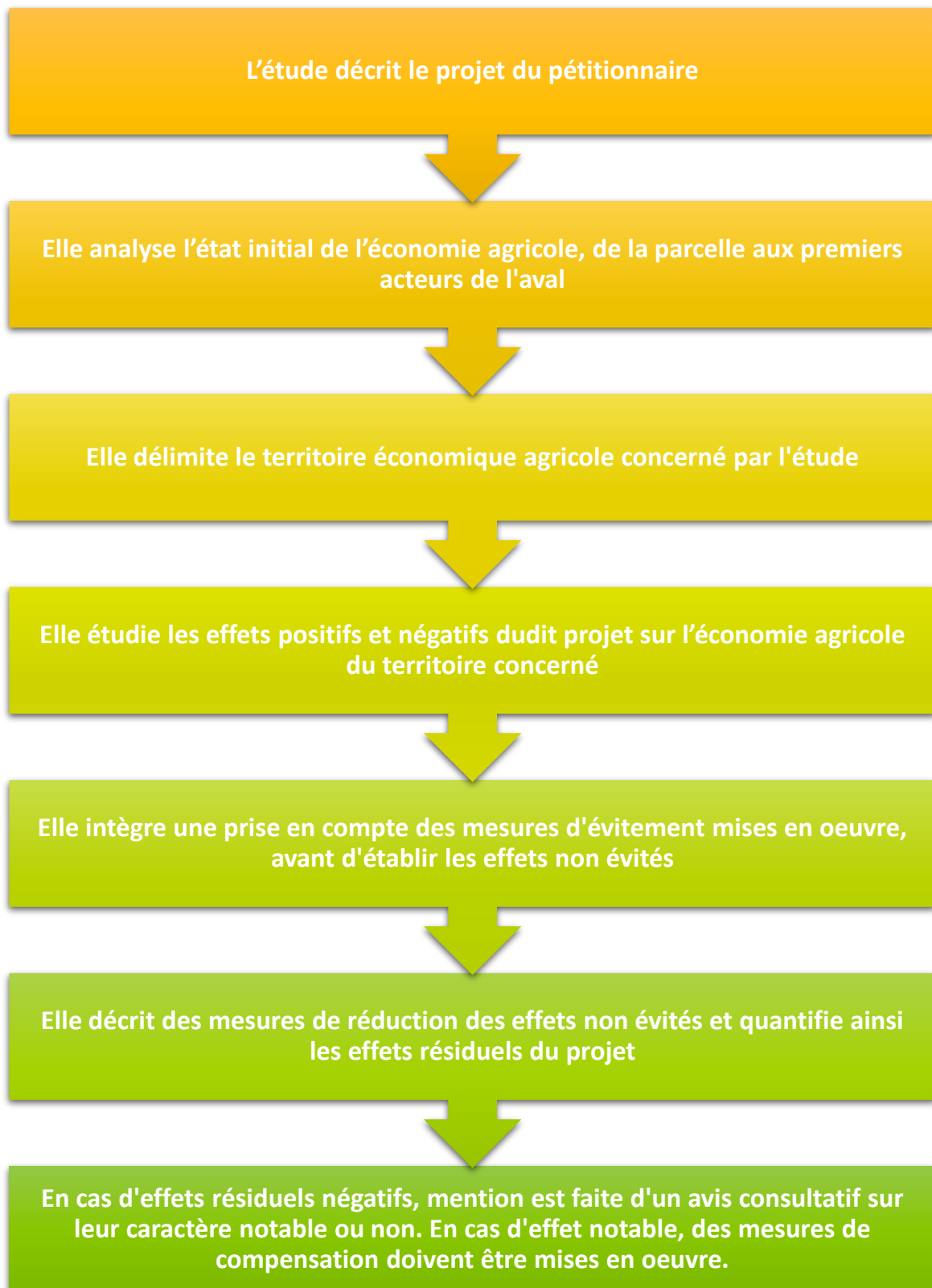


Figure 1 - Déroulé de l'étude

2 Éléments méthodologiques

Les éléments méthodologiques qui ont été déroulés tout au long de l'étude sont décrits dans les paragraphes qui suivent.

2.1 Définitions

Le décret n°2016-1190 du 31 août 2016 précise que l'étude préalable agricole comprend « une analyse de l'état initial de l'économie agricole du territoire concerné. Elle porte sur la production agricole primaire, la première transformation et la commercialisation par les exploitants agricoles et justifie le périmètre retenu par l'étude ». Toutefois, ce décret n°2016-1190 du 31 août 2016 ne donne pas de définition de ce qu'est la production agricole primaire, la première transformation et la commercialisation par les exploitants agricoles.

2.1.1 Définition de la production agricole primaire

Il n'existe pas de définition partagée de la production agricole primaire en économie agricole. Pourtant, pour mener à bien la présente étude, il est nécessaire de fixer une définition de la production agricole primaire qui réponde au droit existant en la matière et à l'état d'esprit du décret.

Nous constatons que le décret n°2016-1190 ne fait pas référence à l'article L.311-1 du Code rural et de la pêche maritime pour définir ce qu'est la production agricole primaire. Il n'existe pas en droit français de définition de la production agricole primaire. Si nous regardons du côté du droit européen, nous constatons que l'article 38 du Traité sur le Fonctionnement de l'Union Européenne définit les produits agricoles comme « les produits du sol, de l'élevage et de la pêche, ainsi que les produits de première transformation qui sont en rapport direct avec ces produits », avec un renvoi à l'annexe I du TFUE. Néanmoins cette définition ne peut convenir puisque le décret distingue bien la production agricole primaire de la première transformation.

Dans ces conditions nous avons choisi de définir la production agricole primaire de la façon suivante : « la production de produits du sol et de l'élevage, sans exercer d'autre opération modifiant la nature de ces produits ». Cette définition apparaît dans les Lignes directrices de l'Union européenne concernant les aides d'État dans les secteurs agricole et forestier et dans les zones rurales 2014-2020, exception faite du renvoi à l'annexe I du TFUE (qui inclut des produits de première transformation au sens du décret n°2016-1190).

Pour rattacher la définition de la production agricole primaire à une finalité agricole, nous reprenons la notion d'activité agricole par nature telle que définie par l'article L.311-1 du CRPM, afin de préciser au mieux le cadre dans lequel s'insère la production agricole primaire. Dans le cadre de l'étude préalable agricole toute production agricole primaire doit correspondre à une activité agricole par nature : « sont réputées agricoles toutes les activités correspondant à la maîtrise et à l'exploitation d'un cycle biologique de caractère végétal ou animal et constituant une ou plusieurs étapes nécessaires au déroulement de ce cycle ». Nous ne tiendrons pas compte du caractère principal ou accessoire de ladite production.

Dans le cadre de l'étude préalable agricole menée par Agrosolutions, la « production agricole primaire » correspond à : la production de produits du sol et de l'élevage, sans exercer d'autre opération modifiant la nature de ces produits.

La production agricole primaire correspond à une activité agricole par nature c'est-à-dire à toutes les activités correspondant à la maîtrise et à l'exploitation d'un cycle biologique de caractère végétal ou animal et constituant une ou plusieurs étapes nécessaires au déroulement de ce cycle.

2.1.2 Définition de la commercialisation par les exploitants agricoles

Le décret n°2016-1190 n'a pas non plus donné de définition de la commercialisation par les exploitants agricoles.

Pour déterminer les contours de cette commercialisation, nous retiendrons comme définition : tout produit mis en vente, la livraison ou toute autre forme de mise sur le marché par le producteur de produits agricoles primaires, tels que définis précédemment et/ou issus de la première transformation par les exploitants agricoles. Dès lors, la présente étude se bornera à retenir la phase de la commercialisation des produits agricoles réunissant l'agriculteur et l'organisme se portant acquéreur de sa production agricole.

Agrosolutions applique l'ensemble de ces définitions aux productions et activités présentes sur le territoire de l'économie agricole concerné par le projet agrivoltaïque de Rimaucourt.

2.1.3 Définition de la première transformation de produit agricole

Le décret n°2016-1190 n'a pas donné de définition de la première transformation de produit agricole. Il n'existe pas de définition dans le droit national. En outre, il convient de rechercher une définition qui corresponde à l'état d'esprit du décret et du dispositif d'étude préalable agricole. Or cette définition est nécessaire à la réalisation de l'étude préalable agricole. Pour définir cette première transformation de produit agricole, nous sommes partis de la définition du produit agricole telle que mentionnée dans les lignes directrices citées ci-dessus en l'adaptant à notre sujet.

Dans le cadre de l'étude préalable agricole menée par Agrosolutions, la première transformation d'un produit agricole primaire correspond à la première opération modifiant la nature d'un produit agricole primaire en produit agricole transformé.

2.2 Délimitation du territoire d'étude

Conformément à l'article D.112-1-19 1° du Code rural et de la pêche maritime, l'étude préalable agricole doit porter sur le territoire de l'économie agricole concerné. Ce territoire ne peut pas être connu a priori. Il ne correspond pas à une limite administrative existante. Sa délimitation est différente d'un projet à un autre car il doit être délimité précisément en fonction des caractéristiques de chaque projet.

Il dépend donc des données collectées, de l'analyse du fonctionnement des exploitations et de l'économie agricole qui s'y trouve.

Le territoire concerné est délimité en intégrant le territoire :

- de l'emprise du projet agrivoltaïque de Rimaucourt ;
- de la production agricole primaire ;
- de la première transformation ;
- de la commercialisation par l'exploitante agricole dont les parcelles sont impactées par le projet.

Ces territoires forment le territoire de l'économie agricole du projet agrivoltaïque de Rimaucourt. Ce territoire est représenté schématiquement ci-dessous (Figure 2) afin de visualiser les différents territoires sur un même schéma. Néanmoins, et au regard de la nature de chaque partie de ce territoire global (emprise du projet, production agricole primaire, première transformation, commercialisation), leur représentation s'exprimera différemment : elle passera soit par une emprise géographique, soit par des flux économiques entre les acteurs des filières concernées.

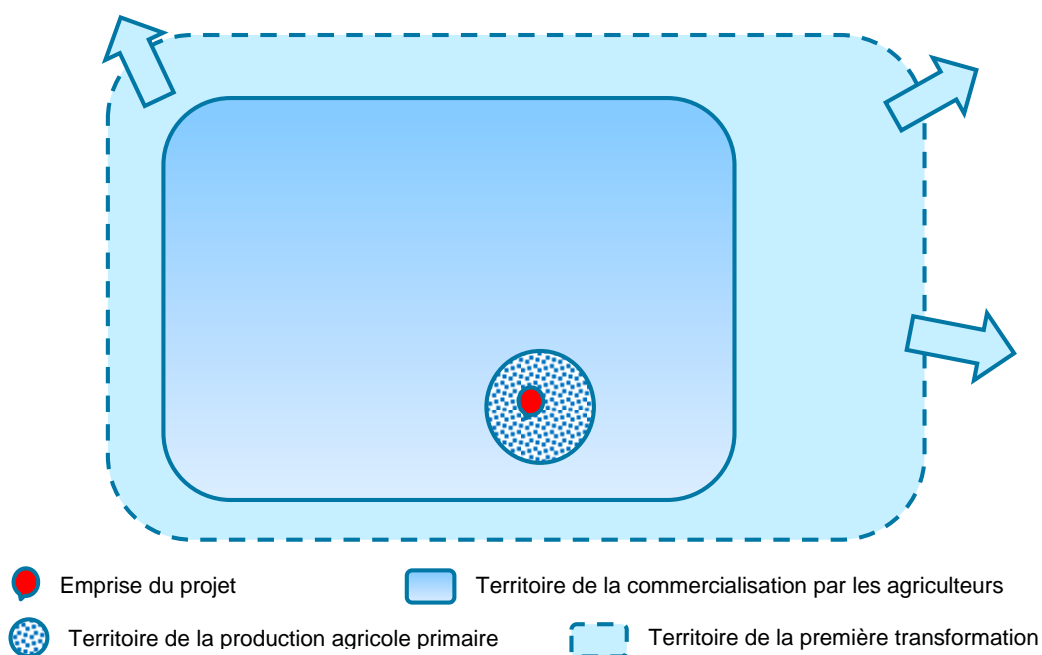


Figure 2 - Schéma du périmètre d'une étude préalable agricole

2.3 Méthodes d'enquête

2.3.1 Exploitants agricoles

Les trois points suivants sont abordés et détaillés avec l'exploitante agricole des parcelles situées dans l'emprise du projet agrivoltaïque de Rimaucourt :



L'analyse de l'état initial de l'économie agricole commence par un état des lieux de la production agricole primaire entendue au sens du paragraphe 2.1.1.

Agrosolutions a recensé un unique acteur de la production agricole primaire actuellement dans l'emprise du projet : le GAEC COURTIER. Agrosolutions s'est entretenu par téléphone avec Vincent COURTIER, l'exploitant agricole. Le résumé de cet entretien est fourni en Annexe.

Au cours de cet entretien, Agrosolutions s'est attaché à comprendre le fonctionnement global de l'exploitation en étudiant les différentes productions (végétales et animales), les liens entre elles, les liens de l'exploitation avec d'autres partenaires agricoles (partage de matériel, mise en commun d'infrastructures, participation à des projets collectifs, etc.), les emplois afférents (associés exploitants, salariés, apprentis, etc.), les débouchés pour chacune des productions, les proportions, l'organisation de la commercialisation et la transformation éventuelle.

Ensuite, grâce à une vision plus précise des différents systèmes d'exploitation dans leur ensemble, l'entretien a porté plus précisément sur les parcelles situées sur l'emprise du projet agrivoltaïque de Rimaucourt, les productions afférentes et les impacts générés par le projet sur le fonctionnement du GAEC COURTIER. Vincent COURTIER a pu se prononcer sur l'existence ou sur l'absence d'impacts directs ou indirects du projet sur chacune de ses productions agricoles (*cf. Note méthodologique 1 ci-dessous*). Nous avons également intégré la notion de rotations culturales lorsqu'il s'agissait de décrire les productions de chaque parcelle (*cf. Note méthodologique 2 ci-dessous*). Ces questions amenaient naturellement à une réflexion ouverte entre Agrosolutions et l'exploitante agricole, sur les impacts possibles du projet sur l'économie agricole.

L'entretien avec Vincent COURTIER a été l'occasion d'expliquer la démarche de la compensation collective agricole. Il a été également l'occasion d'insister sur la dimension collective de cette étude, et de la distinguer d'une démarche d'indemnisation individuelle. L'implication des interlocuteurs d'Agrosolutions est la condition *sine qua non* à la réussite d'une étude préalable agricole cohérente et conforme à la réglementation en vigueur, dans la mesure où la réponse à ces entretiens n'a aucun caractère obligatoire. En effet, la qualité et la précision des informations sont fortement dépendantes des éléments transmis par ces interlocuteurs. **Dans cette étude, Agrosolutions a été très bien accueilli par l'exploitant agricole qui a accepté de décrire son exploitation et de traiter des impacts du projet sur l'économie agricole locale.**

Note méthodologique 1 : Prendre en compte les impacts indirects d'un projet

Une production animale hors-sol constitue un exemple d'impacts indirects. Elle génère des « effluents maitrisables », c'est-à-dire des effluents produits dans les bâtiments et que l'on peut gérer par stockage et épandage. L'exploitant doit présenter un plan d'épandage de ces effluents. Il s'agit d'une étude réglementaire qui vise à déterminer l'aptitude des sols à recevoir et épurer les effluents de l'élevage, afin de bien valoriser ces engrais organiques d'une part, et de gérer les impacts environnementaux d'autre part (lessivage des nitrates vers les eaux souterraines). Un élevage hors sol qui n'a pas suffisamment de superficie disponible pour épandre le lisier peut être contraint de diminuer son cheptel. Dans cet exemple, la production animale n'est pas située sur l'emprise du projet mais est impactée indirectement par la diminution de superficie de l'exploitation.

Note méthodologique 2 : Intégrer la notion de rotations culturales

D'une année à l'autre, les agriculteurs cultivent – généralement – des cultures différentes sur une même parcelle, afin de limiter les risques de développement des ravageurs, maladies, adventices, d'améliorer la structure et la vie biologique du sol, etc. La rotation d'une parcelle est la succession de cultures sur plusieurs années. Tout au long de cette étude, nous qualifierons les productions des parcelles en y intégrant cette notion de rotation, en particulier sur les parcelles de l'emprise.

2.3.2 Commercialisation par les exploitants agricoles

Les entretiens avec les exploitants agricoles permettent d'identifier les flux économiques des productions primaires et les acteurs de la commercialisation impactés par le projet. Des enquêtes sont ensuite menées auprès de ces acteurs et des filières impactées par le projet.

2.3.3 Première transformation d'un produit agricole

Conformément au paragraphe 2.1.3, la première transformation d'un produit agricole correspond à la première opération modifiant la nature d'un produit agricole primaire en produit agricole transformé.

Selon les cas, trois situations sont envisageables pour la première transformation :

1. Lorsque la première transformation est réalisée par l'exploitant agricole, les données utiles sont abordées au cours de l'entretien avec l'agriculteur.
2. Si l'étape de la première transformation est intégralement réalisée par des acteurs de la commercialisation (coopérative, abattoir...), les éléments pertinents sont traités au cours de l'entretien avec un ou plusieurs interlocuteurs au sein de cette même structure.
3. Dans le cas où c'est un 3^{ème} acteur qui procède à la première transformation après avoir acquis la production auprès du partenaire commercial de l'agriculteur, l'enquête auprès des acteurs de la transformation sera réalisée seulement si l'acteur de la commercialisation indique que le défaut d'approvisionnement est impactant pour la filière. Si, de plus, il s'agit d'un produit standard, i.e. très courant, un approfondissement serait superflu pour répondre à l'objectif qui nous incombe. Pour un produit moins courant, qui n'est pas interchangeable, comme un produit labellisé par exemple, l'étude

pourra être complétée par des entretiens avec les responsables de l’approvisionnement des filières concernées.

2.4 *Appréciation des effets négatifs*

L’étude préalable doit servir à évaluer les effets positifs et négatifs du projet sur l’économie agricole. L’étude doit ensuite décider, en le motivant, sa qualification des effets. S’ils sont négatifs et notables, des mesures d’évitement, de réduction et le cas échéant de compensation devront être décidées (l’alinéa 1 de l’article L. 112-1-3 et le 4° de l’article D. 112-1-19 du Code rural et de la pêche maritime précisent que les mesures d’évitement et de réduction sont édictées selon les effets négatifs notables du projet sur l’économie agricole). Donc, au-delà de la liste et de l’évaluation des effets positifs et négatifs, il est indispensable de cibler les effets négatifs caractérisés comme « notables » s’il en existe dans le projet étudié.

L’effet notable, qui n’est pas assimilable à l’impact, doit générer des conséquences difficilement supportables pour l’économie agricole collective impactée. On est au-delà d’un seuil d’acceptabilité qu’il convient de définir en fonction de la réalité de l’économie collective du territoire agricole concerné.

Conformément à l’article D.112-1-19 3° du Code rural et de la pêche maritime, l’étude préalable agricole comprend l’examen des effets négatifs du projet sur l’économie agricole du territoire concerné.

L’appréciation des effets se fait de façon adaptée aux caractéristiques du projet agrivoltaïque de Rimaucourt et de l’économie agricole réellement concernée.

Note méthodologique 3 : Apprécier les effets globaux sur l’économie agricole

Le décret renvoie à l’économie agricole du territoire, c’est-à-dire une approche dynamique appréhendant les flux économiques, et non une appréciation séparée de la production agricole primaire d’un côté, de la première transformation d’un autre côté et de la commercialisation par les exploitants d’un autre côté. Les trois piliers de l’économie agricole doivent être appréciés les uns par rapport aux autres pour s’inscrire dans le sens de l’économie agricole. Tout comme les mesures de compensation agricole doivent *in fine* permettre de consolider l’économie agricole du territoire concerné, ce qui suppose de réfléchir globalement, l’analyse de l’économie agricole via les trois piliers définis par le décret doit se faire globalement et en interrelation. Cette appréciation globale permet de relativiser certains effets qui pris isolément pourrait être appréciés différemment. Ainsi, un effet négatif sur la production primaire ne le sera pas du point de vue de l’économie agricole du territoire concerné.

Note méthodologique 4 : Estimer la perte de surfaces par culture

Afin d'obtenir une estimation précise des surfaces de chaque culture impactée, nous avons retenu la méthode de calcul suivante permettant de respecter la répartition de chaque culture dans l'assolement des exploitations.

Cas n° 1 : la parcelle impactée est une prairie temporaire et l'agriculteur envisage de diminuer sa surface en culture de vente pour maintenir sa surface fourragère

1. Calcul de la part de chaque culture sur la somme des surfaces en cultures de vente de l'exploitation
2. Pondération de la surface des cultures par la superficie de la parcelle impactée

Exemple : L'exploitation cultive 40 ha de blé tendre sur un total de 82,5 ha de cultures de vente, soit 48 % des cultures de vente. La parcelle concernée par le projet mesure 7,3 ha, on considère donc que la perte nette en surface de blé tendre pour cette exploitation est de $7,3 * 0,48 = 4,1$ ha.

Cas n° 2 : la parcelle impactée est une parcelle cultivée selon une rotation définie et l'agriculteur n'envisage pas de rééquilibrer son assolement sur le reste de son exploitation à la suite de la perte de cette parcelle

1. Calcul de la part de chaque culture de la rotation sur la somme des surfaces de ces mêmes cultures de l'exploitation
2. Pondération de la surface des cultures par la superficie de la parcelle impactée

Exemple : La rotation Prairie temporaire / Colza / Blé tendre / Orge d'hiver-Triticale est actuellement réalisée sur la parcelle impactée par le projet. Le blé tendre représente 28 ha sur un total de 66,5 ha pour les cultures de la rotation, soit 42 %. La parcelle concernée par le projet mesure 7,3 ha, on considère donc que la perte nette en surface de blé tendre pour cette exploitation est de $7,3 * 0,42 = 3,1$ ha.

2.5 *Appréciation des effets cumulés*

En l'absence de définition des « projets connus » posée par le décret du 31 août 2016, et en l'absence de précision apportée par l'instruction ministérielle, nous retenons la définition des projets « existants ou approuvés » au sens de l'article R. 122-5-II-5-e du code de l'environnement : « e) *Du cumul des incidences avec d'autres projets existants ou approuvés, en tenant compte le cas échéant des problèmes environnementaux relatifs à l'utilisation des ressources naturelles et des zones revêtant une importance particulière pour l'environnement susceptibles d'être touchées. Ces projets sont ceux qui, lors du dépôt de l'étude d'impact :*

- ont fait l'objet d'une étude d'incidence environnementale au titre de l'article R. 181-14 et d'une enquête publique ;
- ont fait l'objet d'une évaluation environnementale au titre du présent code et pour lesquels un avis de l'autorité environnementale a été rendu public.

Sont exclus les projets ayant fait l'objet d'un arrêté mentionnant un délai et devenu caduc, ceux dont la décision d'autorisation est devenue caduque, ceux dont l'enquête publique n'est plus valable ainsi que ceux qui ont été officiellement abandonnés par le maître d'ouvrage ».

Cette définition suppose de ne pas retenir comme projets connus ceux qui seront réalisés potentiellement dans l'avenir. Les projets doivent ainsi avoir déjà fait l'objet d'un avis rendu et correspondent donc à des projets déclarés et bien identifiés par les pouvoirs publics dans le cadre de la procédure propre à l'étude d'impact.

Pour respecter la définition du Code de l'environnement ci-dessus, le site internet de l'Autorité Environnementale concernée est consulté en limitant notre recherche aux projets :

- prenant emprise sur l'une au moins des communes comprises dans le périmètre de la production primaire et des acteurs de la commercialisation impactés ;
- pour lesquels un avis de l'autorité environnementale a été déposé, il y a moins de 5 ans, c'est-à-dire, à partir de février 2018 ;
- soumis à étude d'incidence environnementale et d'une enquête publique ;
- pour lesquels un avis a été rendu par l'Autorité Environnementale ;
- dont la surface de l'emprise est supérieure à 5 ha et qui s'étend tout ou en partie sur des surfaces agricoles.

3 Description du projet de Rimaucourt et soumission aux exigences du code rural et de la pêche maritime

3.1 La production d'énergie photovoltaïque en région Grand-Est

La région Grand-Est a pour objectif de développer les énergies renouvelables sur son territoire, notamment grâce à l'énergie photovoltaïque. En 2020, les énergies renouvelables ont couvert 28,4 % de la consommation d'énergie électrique de la région Grand-Est. Avec un parc hydroélectrique existant important (1,5 GW installé à fin 2020), un parc éolien (3,8 GW) et photovoltaïque (0,6 GW) en développement, la région Grand Est mise sur la diversité pour réussir la transition énergétique (ADEME Grand Est)³.

La charte départementale pour un développement maîtrisé et concerté des projets photovoltaïques au sol en Haute Marne⁴, signée le 1^{er} décembre 2022, encadre et définit le développement de la production d'énergie photovoltaïque sur le territoire de l'étude. Le partie 8 de cette étude approfondit les correspondances entre le projet et la charte de Haute-Marne.

³ https://www.grand-est.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/2022-panorama_enr-vf.pdf

⁴ https://www.haute-marne.gouv.fr/contenu/telechargement/21256/174121/file/221201_Charte_Signee.pdf
<https://www.haute-marne.gouv.fr/Actions-de-l-Etat/Amenagement-du-territoire-urbanisme/Observatoire-des-energies-renouvelables-et-comites-consultatifs/Ressources-utiles/Signature-de-la-charte-photovoltaique>

3.2 Genèse du projet

Christian Courtier, propriétaire des parcelles du projet, souhaite s'installer en agriculture. Avec les parcelles dont il est propriétaire (11,25 ha à Rimaucourt et 0,8 ha à Andelot-Blancheville), il souhaite s'installer avec des ateliers à haute valeur ajoutée (fraises, framboises, raisins de table et raisin sec) et un atelier d'élevage ovin. En effet, il souhaite s'installer en agriculture biologique et l'atelier ovin lui permettra d'être peu dépendant de ressources extérieures pour la fertilisation. Seul l'atelier framboise ne sera pas en agriculture biologique mais suivra une conduite identique sans toutefois bénéficier du label car les framboises seront cultivées en hors-sol (en pot), ce qui est incompatible avec le label Agriculteur biologique.

L'investissement nécessaire pour le lancement de son activité (matériel, plants) est très important et son projet d'installation n'était pas à l'équilibre financier avec cet investissement de départ, Christian Courtier a donc contacté la société PHOTOSOL afin de mettre en place un projet innovant lui permettant de lancer son activité. L'association de PHOTOSOL au projet avec la création d'un parc agrivoltaïque sur les parcelles de Rimaucourt permet d'équilibrer économiquement le projet agricole de Christian Courtier.

En concordance avec le projet agricole de Christian Courtier, PHOTOSOL a proposé un projet avec de l'agrivoltaïsme ovin (typologie de projet maîtrisée par PHOTOSOL qui exploite plusieurs projets de ce type et qui mène depuis plusieurs années un projet de recherche avec l'INRAE sur cette thématique) et un projet agrivoltaïque expérimental sur vigne et framboisiers afin d'acquérir des connaissances sur cette typologie d'agrivoltaïsme. Les Chambres d'Agriculture Aube-Haute-Marne et la station d'expérimentation Planète Légume ont été associées au projet afin de définir le projet expérimental et les modalités à mettre en place.

A noter que les parcelles du projet sont actuellement exploitées par l'exploitation GAEC Courtier en grandes cultures, par le frère et le cousin de Christian Courtier et que la reprise de ces parcelles par Christian Courtier pour son installation était prévue d'ici quelques années.

3.3 Description du projet agrivoltaïque de Rimaucourt et du contexte historique des parcelles

3.3.1 Description du porteur du projet

Le porteur du projet est le groupe PHOTOSOL qui fait partie des leader français dans la production d'énergie photovoltaïque. Le siège social de PHOTOSOL est situé à Paris. Le groupe PHOTOSOL emploie une centaine de personnes. La personne en charge de la coordination des études de ce projet est Valentine DESORMEAUX.

Créé en 2008, le groupe PHOTOSOL a développé dès ses débuts des projets agrivoltaïques, conciliant une activité agricole et une production d'énergie photovoltaïque sur une même emprise foncière. Aujourd'hui, fort de 11 parcs agrivoltaïques, soit 260 ha, PHOTOSOL continue à développer de très nombreux projets agrivoltaïques permettant de s'adresser à l'ensemble des filières agricoles et des territoires.

Grâce à sa structure à taille humaine, l'entreprise dispose d'une grande réactivité et d'une capacité d'adaptation notable. PHOTOSOL réalise la construction de 100% des projets sur lesquels il obtient un permis de construire. Quelques chiffres clés de l'année 2022 permettent d'appréhender l'activité de PHOTOSOL (voir Figure 3) :

- 313 MWc de puissance en service,

- 148 MWc en construction et prêt à construire,
- 3 GWc en développement.

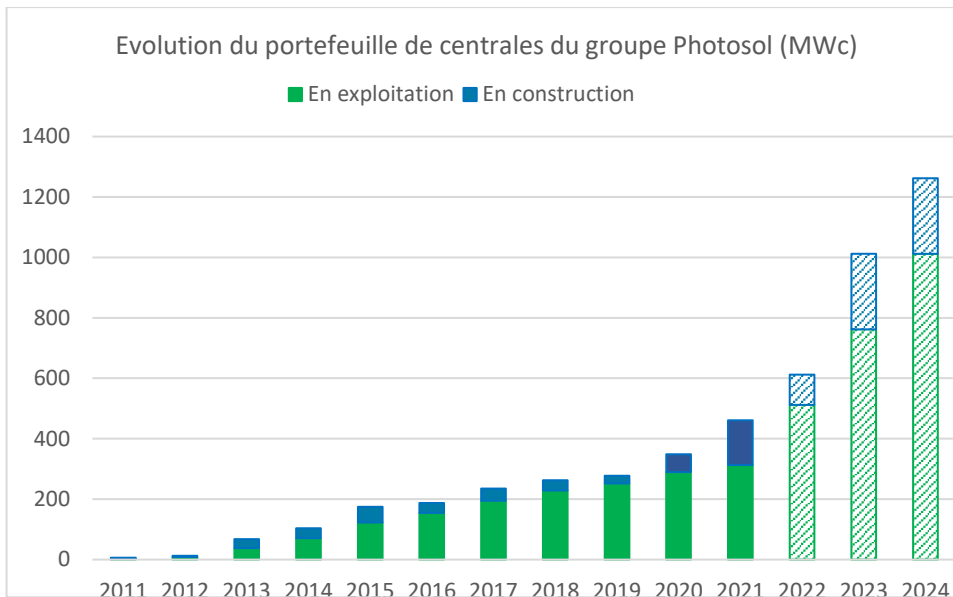


Figure 3 - Evolution du portefeuille de centrales photovoltaïques de PHOTOSOL (Source : PHOTOSOL)

Enfin, PHOTOSOL exploite d'ores et déjà des centrales photovoltaïques sur l'ensemble du territoire nationale ce qui lui permet d'appréhender de manière pertinente les différentes problématiques territoriales. La Figure 4 ci-dessous présente les différentes implantations de PHOTOSOL.

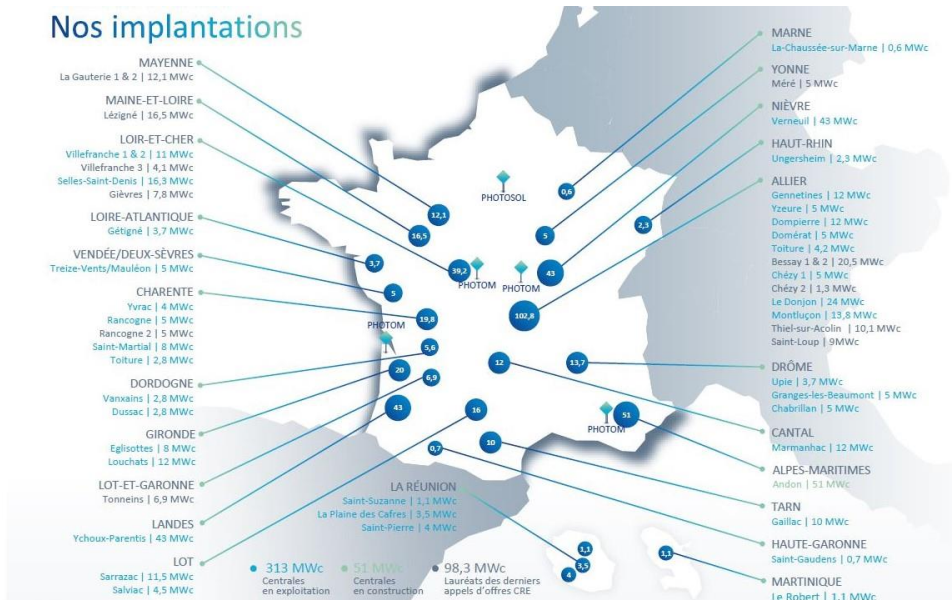


Figure 4 - Carte des implantations des centrales photovoltaïques de PHOTOSOL (Source : PHOTOSOL)

Une présentation plus détaillée de la société PHOTOSOL est disponible en [Annexe 5](#).

3.3.2 Description du projet de centrale agrivoltaïque

3.3.2.1 Généralités

Le projet étudié, dénommé « projet agrivoltaïque de Rimaucourt » correspond à un projet agrivoltaïque d'une superficie totale de 11,25 ha situé sur les communes de Rimaucourt et Vignes-la-Côte, dans le département de la Haute-Marne (52) (voir Figure 5). La puissance totale du projet est de 9,5 MWc.

Le projet prend emprise sur 2 parcelles exploitées par Vincent COURTIER et Xavier LEFEVRE (2 associés) au sein du GEAC COURTIER, dont le siège se situe sur la commune d'Andelot-Blancheville (52). L'ensemble des parcelles appartient à Christian COURTIER, le frère de Vincent COURTIER, qui reprendra l'exploitation des parcelles lors de la mise en place du projet agrivoltaïque.

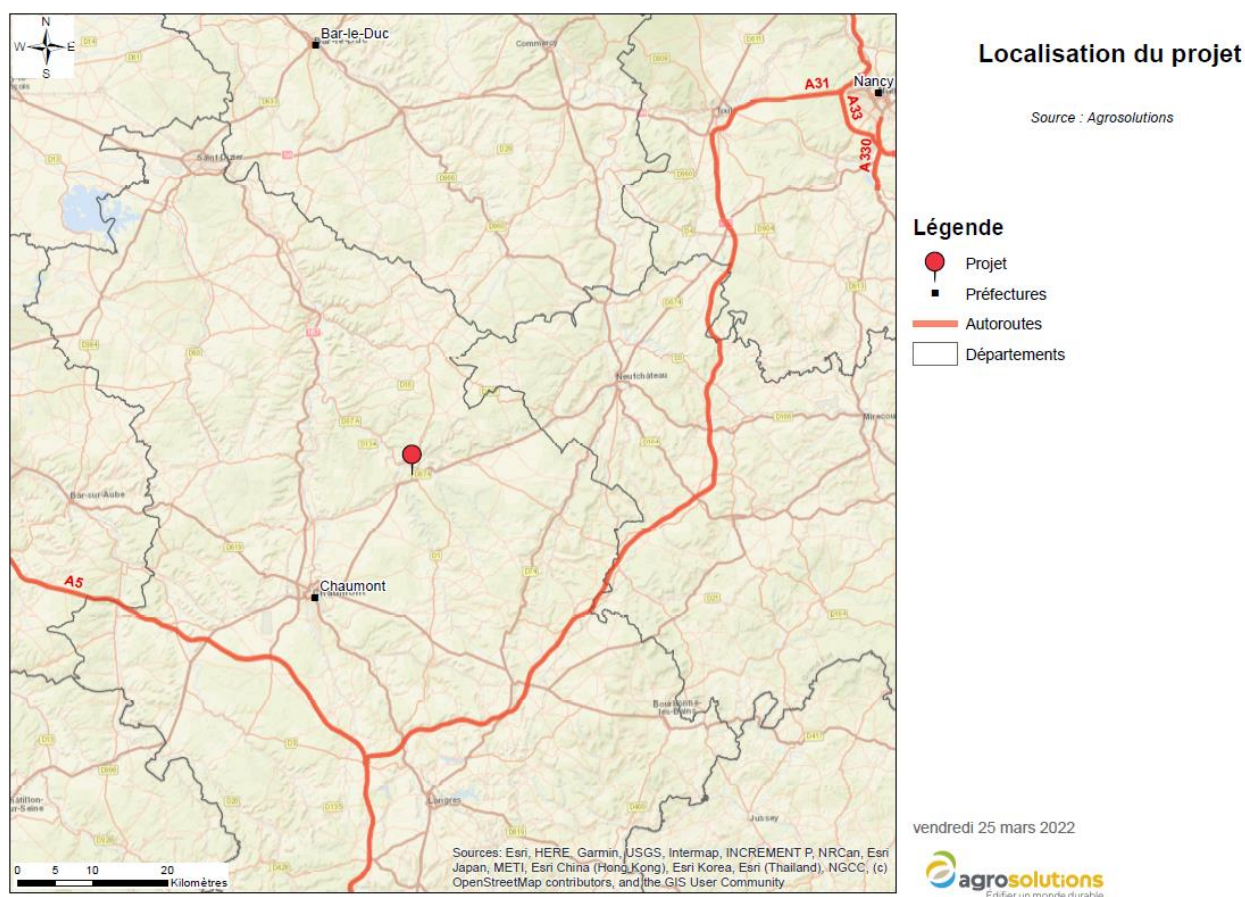


Figure 5 - Localisation du projet agrivoltaïque de Rimaucourt

Les références cadastrales des parcelles dans l'emprise du projet sont précisées sur la carte en Figure 6.

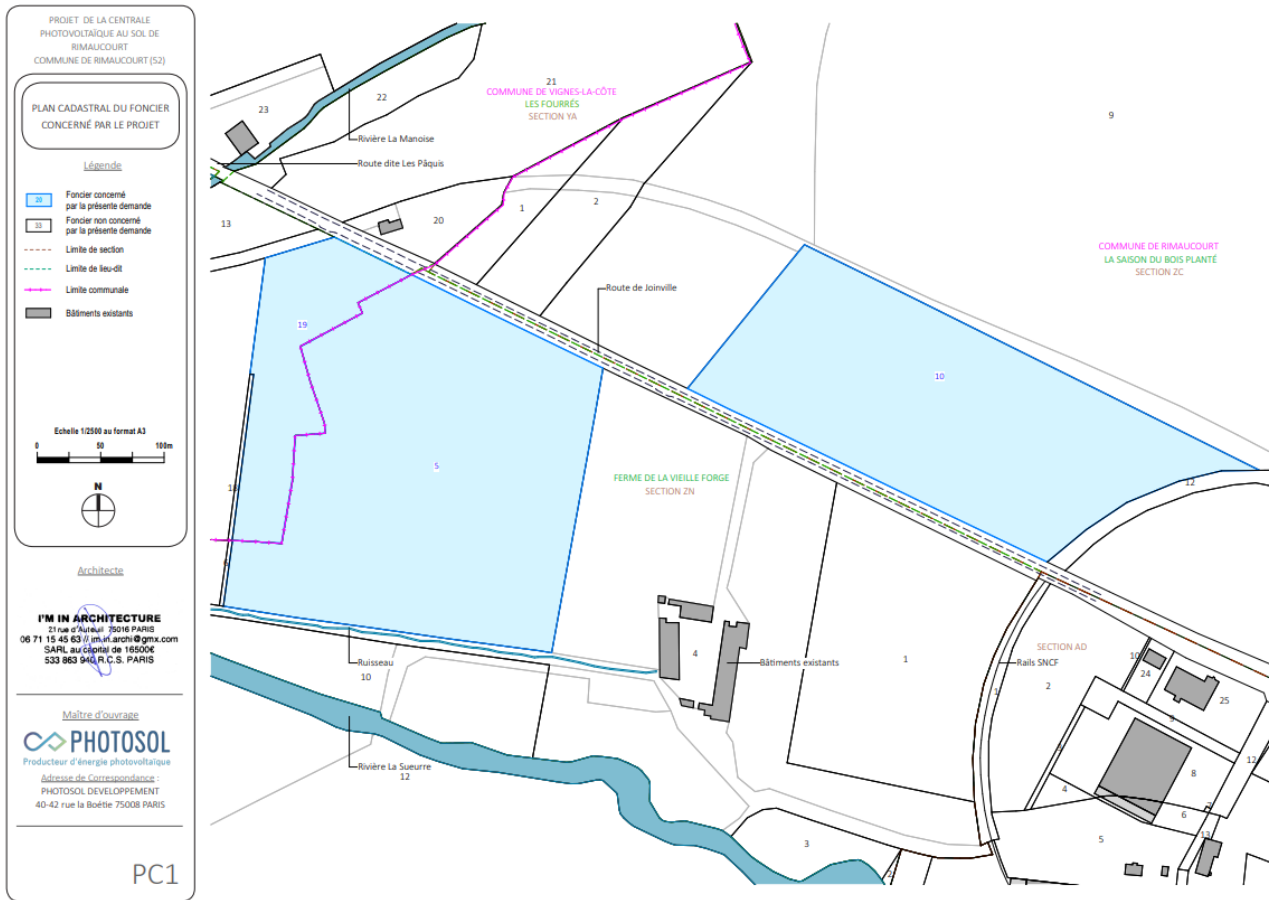


Figure 6 - Plan cadastral des parcelles du projet

3.3.2.2 Plans du projet : implantations, technologies, écartements

Le projet représente une surface totale clôturée de 11,25 ha situés sur 2 parcelles agricoles sur les communes de Rimaucourt et Vignes-la-Côte dans le département de la Haute-Marne (52). Le plan de masse du projet est disponible en Figure 7.

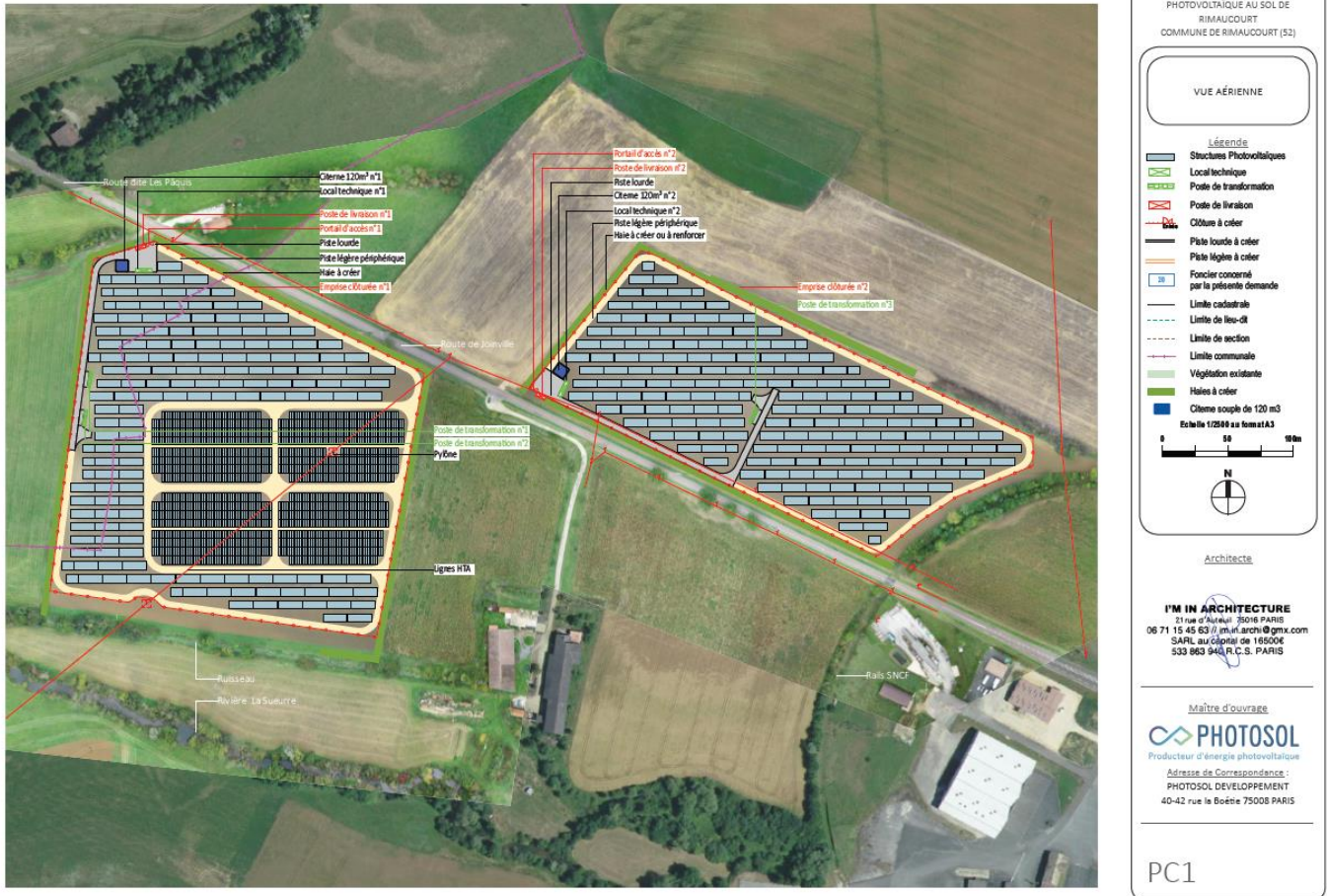


Figure 7 - Plan de masse du projet

Le choix des structures a été effectué en concertation avec le futur exploitant du site, Christian Courtier, et les organismes en charge du suivi expérimental du site et ayant effectué l'étude de faisabilité économique. Il y aura sur l'emprise du projet de **l'élevage ovin** avec des **panneaux obliques fixes**, de la **production de raisins de table et de framboises** avec des **panneaux situés au-dessus des cultures** pour les protéger (ombrières, plusieurs pourcentages d'ombrage à l'étude et zones témoins sans panneaux), ainsi qu'une production de fraises dans une zone sans panneaux. **Planète Légumes**, une station d'expérimentation dédiée aux cultures légumières et petits fruits, assurera le **suivi expérimental de l'atelier framboise**, les **Chambres d'Agriculture Aube-Haute-Marne** assureront le **suivi expérimental de l'atelier vigne**. Le projet agricole est décrit en détail dans le paragraphe "**Projet d'agrivoltaïsme**".

Sur la partie des parcelles exploitées en pâturage ovin, ce seront des panneaux inclinés de 20° qui seront mis en place. Le point haut des structures est estimé à environ 3,5 m et le point bas à 1 m, ce qui laissera suffisamment de place pour les futurs ovins. Un écartement entre les rangées de 3,5 m est prévu.

Sur la partie du parc, où framboises et raisins seront produits, pour les zones équipées en panneaux photovoltaïques, l'écartement entre les pieux entre rangées sera de 2 m avec une hauteur de bas de panneaux de 2,35 m afin que les personnes intervenant pour les travaux agricoles puissent circuler facilement sous les rangées de panneaux. Les rangées de plants seront situées au niveau des rangées de pieux, la hauteur sous panneaux à cet endroit sera de 2,5 m.

Des pistes de circulation sont prévues sur l'ensemble du parc. Ces pistes sont nécessaires pour la circulation des engins agricoles, pour la circulation des opérateurs du parc et sont dimensionnées en accord avec les besoins de la sécurité incendie. La surface totale consommée par ces pistes est de 13 000 m² (voir détail Tableau 1). A noter que les pistes périphériques de 10 000 m² pour la sécurité incendie seront maintenues enherbées.

Tableau 1 - Estimation du linéaire et de la surface de pistes sur le parc photovoltaïque de Rimaucourt

Type de pistes	Linéaire (mL)	Surface (m ²)
Pistes lourdes	600	3 000
Pistes légères enherbées	2 000	10 000
Total pistes	2 600	13 000

Les surfaces qui ne seront plus exploitées en agricole correspondent au total à **13 200 m² (environ 1,32 ha)**, (voir détail Tableau 2) comprenant 217 m² de surfaces bâties et 13 000 m² de pistes. Les pistes légères seront enherbées, les ovins pourront pâturer leur surface de 10 000 m², il est cependant probable que la production végétale sera plus faible sur les pistes enherbées que sur le reste de la parcelle. **9,93 ha seront donc attribués à la production agricole** sans modification de la nature du terrain, soit 88,3% de la surface du projet. **En prenant en compte les surfaces de pistes enherbées, la surface agricole exploitable sera de 10,93 ha, soit 97,2% de la surface d'emprise du projet.**

Tableau 2 - Estimation des surfaces non exploitables en agriculture pour le parc photovoltaïque de Rimaucourt

Poste	Surface affectée par poste (m ²)
Poste de livraison (PDL)	32*2
Poste de transformation (PTR)	31*3
Locaux techniques	30*2
Totale des surfaces bâties	217
Pistes	13 000
Totale des surfaces non exploitables (avec pistes légères)	13 217
Totale des surfaces non exploitables (sans pistes légères)	3 217

Le calepinage du parc photovoltaïque a bien été élaboré en fonction des contraintes de la production agricole qui sera maintenue sur site, décrite plus loin. D'autres contraintes (environnementales, paysagères, de sécurité ou liées à la présence d'éoliennes) ont aussi participé à la construction de ces plans.

3.3.2.3 Phasage du projet

Ce projet se décompose en plusieurs phases, à savoir une phase de construction, une phase d'exploitation et enfin une phase de remise en état.

La durée estimée de la phase de construction d'environ 6 mois. Il n'y a pas de maintien d'une activité agricole possible durant cette phase de construction.

La phase d'exploitation du projet de centrale solaire sollicitée par le maître d'ouvrage, PHOTOSOL, est d'une durée minimale de 32 ans (renouvelable 2 fois 5 ans). Durant cette phase d'exploitation, les 2 parcelles du projet seront louées à Christian COURTIER par le maître d'ouvrage PHOTOSOL à travers un bail emphytéotique. PHOTOSOL conclura ensuite un prêt à usage avec Christian COURTIER qui exploitera les parcelles pour la partie agricole du projet et assurera de ce fait l'entretien de l'enherbement sur l'emprise du projet.

Au terme de la durée d'exploitation du projet de parc photovoltaïque, il est prévu une phase de remise en état du site. Cette phase de remise en état durera plusieurs mois.

3.3.2.4 Projet agrivoltaïque : intégration en tant que mesure de réduction principale des effets du projet sur l'économie agricole du territoire

La phase d'exploitation du parc sera menée en maintenant sur le site une activité agricole. Ainsi, le projet est considéré comme un **projet agrivoltaïque**. Dans la méthodologie de cette étude, le maintien de la production agricole sur site est considéré comme une mesure de réduction des effets du projet d'implantation de centrale au sol. Il est important de noter que **la production agricole future a conditionné la conception du projet photovoltaïque** : le choix des technologies de panneaux, l'écartement des tables, leur longueur, les espaces de circulation, etc. et donc la productivité énergétique liée à la densité de surfaces de panneaux, ont été adaptés. Le paragraphe détaillant la Genèse du projet (§3.1) explique la réflexion qui a abouti au projet décrit tout au long de cette étude.

*Nota Bene : L'étude préalable agricole est construite de façon telle que le projet agricole maintenu soit considéré comme une **mesure de réduction**. Les effets établis du projet sur l'économie agricole du territoire sont donc d'abord ceux d'une « consommation sèche » des terres agricoles et donc une **perte brute** du chiffre d'affaires généré au long de la chaîne de valorisation des cultures entrant dans la rotation des parcelles concernées. Ces pertes économiques seront **réduites** par le projet agricole conçu et présentées précédemment et décrites de façon approfondie dans le paragraphe « Projet d'agrivoltaïsme (§ 5.3.1.2).*

3.3.3 Description des parcelles concernées

Dans l'ensemble du rapport sont mentionnées les « parcelles » du projet. Celles-ci sont considérées comme les parcelles agricoles, déclarées au Registre Parcellaire Graphiques, ou bien constitutives d'un ensemble géométriquement cohérent.

Les 2 parcelles sous l'emprise du projet agrivoltaïque de Rimaucourt sont actuellement exploitées par le GAEC COURTIER sur une surface de 11,25 ha. Les parcelles sont faciles d'accès et sont situées sur les communes de Rimaucourt et Vignes-la-Côte. La carte proposée en

Figure 8 permet de visualiser géographiquement ces parcelles.

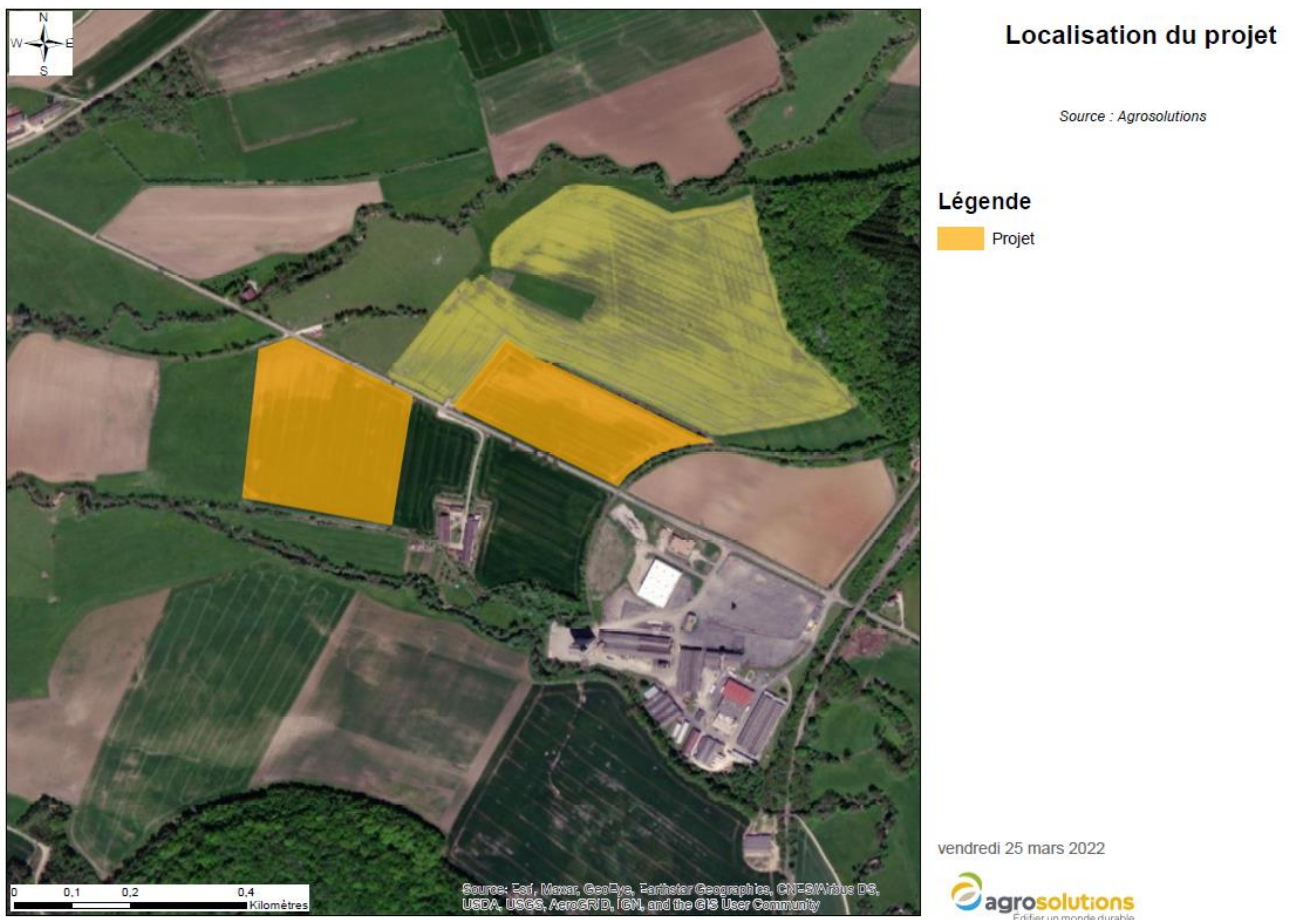


Figure 8 – Parcellaire du projet agrivoltaïque de Rimaucourt

3.4 Justification de la soumission du projet à une étude préalable agricole

Le projet agrivoltaïque de Rimaucourt décrit en 3.3.2, remplit les conditions de nature, de dimension et de localisation prévues à l'article L. 112-1-3 du Code rural et de la pêche maritime, précisées à l'article D. 112-1-18 dudit code, ainsi qu'aux conditions prévues par l'article R 122-2 du Code de l'environnement, liées aux ouvrages de production d'énergie électrique, comme le démontre le Tableau 3 ci-dessous.

Tableau 3 - Conditions cumulatives de soumission à étude préalable agricole (Code rural et de la pêche maritime, Code de l'Environnement)

Conditions de soumission la réalisation d'une étude préalable agricole (conditions cumulatives)	Projet de centrale agrivoltaïque de Rimaucourt
<p>« Les projets de travaux, ouvrages ou aménagements publics et privés soumis, par leur nature, leurs dimensions ou leur localisation, à une étude d'impact de façon systématique dans les conditions prévues à l'article R. 122-2 du Code de l'environnement »</p>	<p>Le tableau annexé à l'article R.122-2 du Code de l'environnement dans la catégorie « 30. Ouvrages de production d'électricité à partir de l'énergie solaire » soumet à étude d'impact systématique les « Installations au sol d'une puissance égale ou supérieure à 300 kWc ». Le projet agrivoltaïque de Rimaucourt est d'une puissance d'environ 9,5 MWc. Une étude d'impact environnemental est donc requise auprès du service instructeur de la préfecture de l'Allier.</p>
<p>« leur emprise est située en tout ou partie <u>soit</u> sur une zone agricole, forestière ou naturelle, délimitée par un document d'urbanisme opposable et qui est ou a été affectée à une activité agricole au sens de l'article L. 311-1 dans les cinq années précédant la date de dépôt du dossier de demande d'autorisation, d'approbation ou d'adoption du projet, <u>soit</u> sur une zone à urbaniser délimitée par un document d'urbanisme opposable qui est ou a été affectée à une activité agricole au sens de l'article L. 311-1 dans les trois années précédant la date de dépôt du dossier de demande d'autorisation, d'approbation ou d'adoption du projet, <u>soit</u>, en l'absence de document d'urbanisme délimitant ces zones, sur toute surface qui est ou a été affectée à une activité agricole dans les cinq années précédant la date de dépôt du dossier de demande d'autorisation, d'approbation ou d'adoption du projet »</p>	<p>Ce projet est localisé sur 2 parcelles situées sur les communes de Rimaucourt et Vignes-la-Côte. Ces parcelles ont été affectées à une activité agricole au sens de l'article L. 311-1 dans les trois années précédant la date de dépôt du dossier de demande d'autorisation. Elles sont cultivées à la date de rédaction de cette étude.</p>
<p>«la surface prélevée de manière définitive sur les zones mentionnées à l'alinéa précédent est supérieure ou égale à un seuil fixé par défaut à cinq hectares. Par arrêté pris après avis de la commission prévue aux articles L. 112-1-1, L. 112-1-2 et L. 181-10, le préfet peut déroger à ce seuil en fixant un ou plusieurs seuils départementaux compris entre un et dix hectares, tenant notamment compte des types de production et de leur valeur ajoutée. Lorsque la surface prélevée s'étend sur plusieurs départements, le seuil retenu est le seuil le plus bas des seuils applicables dans les différents départements concernés »</p>	<p>Le seuil de référence dans le département de la Haute-Marne est fixé à 5 hectares. L'emprise du projet est supérieure au seuil de référence défini par le décret du 31 août 2016 puisque le projet agrivoltaïque de Rimaucourt s'étend sur 11,25 ha de terres agricoles.</p>

Pour l'ensemble des raisons cumulatives présentées dans le Tableau 3, **le projet est soumis à réalisation d'une étude préalable agricole.**

3.5 Synthèse descriptive du projet

Le projet de centrale agrivoltaïque de Rimaucourt, exploité par PHOTOSOL, est prévu sur 2 parcelles agricoles toutes situées sur les communes de Rimaucourt et Vignes-la-Côte dans la Haute-Marne (52).

Une unique exploitation agricole est impactée négativement par le projet : le GAEC Courtier, qui exploite les parcelles dans l'emprise du projet sans en être propriétaire.

Une exploitation agricole, celle de Christian Courtier, sera impactée positivement par le projet. Christian Courtier s'installera sur la zone du projet en agrivoltaïsme. Il est actuellement propriétaire des 2 parcelles.

Le projet développé permettra de conjuguer la production agricole avec la production d'énergie photovoltaïque. Le projet est ainsi un projet d'agrivoltaïsme. **Les contraintes des futures activités agricoles (atelier ovin, atelier fraises, atelier framboises, atelier raisin de table et raisin sec) ont conditionné le dimensionnement de l'implantation des panneaux photovoltaïques.**

De plus, le projet aura une vocation expérimentale avec différents degrés d'ombrage testés sur vigne et framboisiers. Ces cultures seront suivies respectivement par les Chambres d'Agriculture Aube-Haute-Marne et la station expérimentale Planète Légumes.

Représentant une puissance totale de 9,5 MWc sur une emprise de 11,25 ha, le projet est soumis à études réglementaires, notamment à une évaluation environnementale et à une étude préalable agricole. Le présent document correspond à cette dernière.

4 Analyse de l'état initial de l'économie agricole du territoire concerné par le projet agrivoltaire de Rimaucourt

4.1 Contexte et enjeux à l'échelle du territoire

4.1.1 Un territoire agricole dominé par les grandes cultures et l'élevage bovin

Le département de la Haute-Marne comptait, en 2020, 1 580 exploitations agricoles pour une SAU totale de 314 927 ha, faisant de l'agriculture le premier secteur économique du département (Agreste, 2020). **L'agriculture valorise ainsi 50% de la surface départementale**, qui s'étend sur 625 032 ha (Chambre d'Agriculture de Haute-Marne).

Globalement, deux systèmes de production sont caractéristiques des productions agricoles Haut-Marnaises : les **grandes cultures et les exploitations mixtes de culture-élevage** dites en polyculture-élevage, comme en témoigne la carte des OTEX (Orientation technico économique des exploitations) présentée en Figure 9. Le territoire d'étude de Rimaucourt s'inscrit entièrement dans cette typicité, la zone étant orientée vers la production céréalière et animalière.

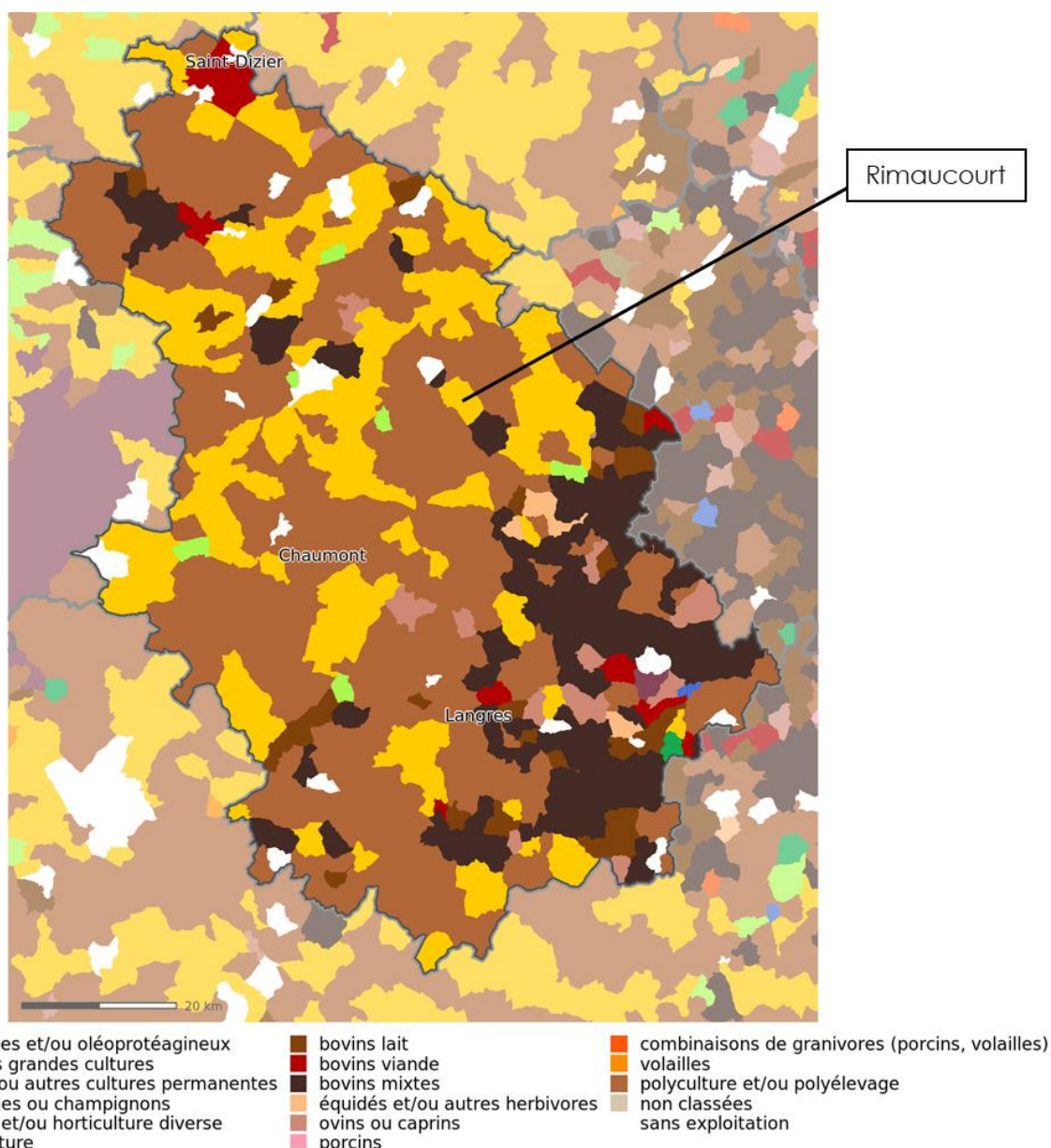


Figure 9 - OTEX du département de Haute-Marne (Source : Agreste, recensement agricole 2020)

Dans le département, la production animale est largement associée à l'**élevage bovin**, une partie étant destinée à la production laitière et l'autre partie à la production de viande, ainsi que, dans une moindre mesure, à l'élevage **d'ovins viande**. De manière plus ponctuelle, on retrouve également quelques élevages de porcs, de chèvres et de volailles. Ainsi, la filière viande bovine est la plus développée du département avec environ 172 000 bovins générant chaque année une production de 35 000 tonnes équivalents carcasses. La filière ovine est également relativement structurée avec 50 000 têtes pour une production annuelle de 1 000 tonnes équivalent carcasses. Cette dernière sera développée dans le paragraphe 4.1.2 (AgriLocal 52).

Un **abattoir multi espèces** (bovins, ovins, porcins et équins) est implanté à **Chaumont**, à une vingtaine de kilomètres de Rimaucourt, et abat un volume de 800 t par an. Cet outil étant devenu assez vétuste, un **nouvel outil d'abattage industriel multi-espèces** comprenant également un atelier de découpe et de transformation

devrait ouvrir en 2022 et est soutenu financièrement par le plan France relance. Ce nouvel abattoir, toujours situé à Chaumont, permettra d'améliorer les performances de la filière viande du département (Sources : AgriLocal 52 et Ministère de la transition écologique).

L'industrie laitière est le premier employeur agroalimentaire du département. La filière est ainsi bien structurée sur le territoire où l'on retrouve de nombreux débouchés et notamment les sites de production et de transformation industriels suivants :

- Savencia (ex Bongrain) : Caprice des Dieux à **Illoud**
- Sodiaal (ex Entremont) : Emmental à **Peigney**
- Fromagerie Germain (Groupe Triballat, Rians) : à **Vaux-sous-Aubigny**
- Fromagerie Marcoux à **Andilly-en-Bassigny**
- Fromagerie Schertenleib à **Saulxures**.

Concernant les productions végétales, les cultures les plus cultivées en Haute-Marne sont des cultures traditionnelles comme le blé, l'orge et le colza, qui occupaient respectivement en 2020 59 000, 52 150 et 21 100 ha (Agreste). Le réseau de collecte s'organise autour de Vivescia, EMC2 et Dijon Céréales, qui sont les 3 principales coopératives céréalières de Haute-Marne. Enfin, **40% de la SAU correspond à des surfaces fourragères** (prairies, maïs fourrage et maïs ensilage) pour l'alimentation de troupeaux.

Enfin, la Haute-Marne possède plusieurs zones de productions sous appellation, relatives à la production fromagère (notamment les AOP Brie de Meaux, Langres, Epoisses et les IGP Emmental grand cru et Gruyère) et viticole (AOP Champagne) (INAO). La commune sur laquelle se situe le projet, Rimaucourt, fait partie de l'aire d'appellation du Langres. **Cette dernière étant néanmoins très grande (voir Figure 10), nous considérons que l'AOP ne sera pas impactée par le projet agrivoltaïque de Rimaucourt étant donné que le projet n'impacte pas d'exploitation bovin lait.**

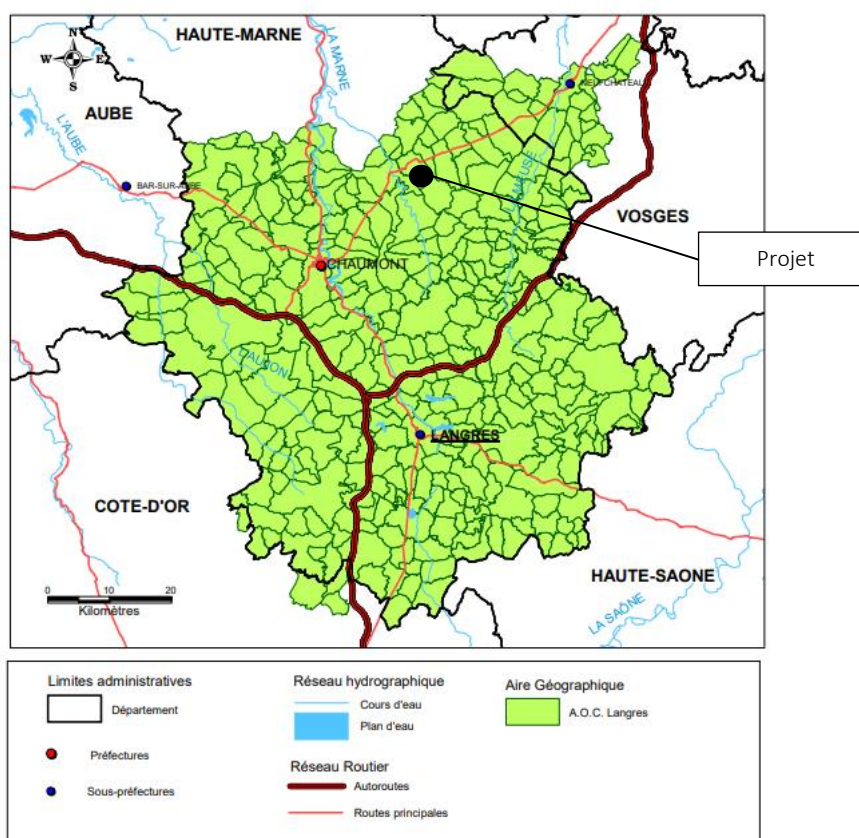


Figure 10 - Carte de l'aire d'appellation du Langres (Source : BDCARTO-IGN, MAPINFO, I.N.A.O, 01/2009)

Ainsi, l'aire du projet agrivoltaïque de Rimaucourt est caractérisée par des filières structurées relatives à la production céréalière ainsi qu'à l'élevage bovin viande et laitier et, dans une moindre mesure, à l'élevage ovin.

Les surfaces de cultures spécialisées avec production de fruit sont négligeables dans le département avec en 2020 (Agreste) :

- 91 ha de vignes
- 35 ha de cultures fruitières
- 54 ha de légumes frais, plants de légumes, melons ou fraises

Au total, cela représente 180 ha, soit 0,06% de la surface agricole du département. A noter que le projet de Rimaucourt s'inscrit dans une dynamique du territoire avec l'implantation de vignes et petits fruits (fraises et framboises). En effet, lors du recensement agricole de 2010, seuls 129 ha étaient cultivés en production de fruits, soit une hausse de 39% des surfaces en 10 ans.

4.1.2 L'élevage ovin viande pour diversifier ses productions agricoles

Avec plus de 250 000 brebis mères, la région Grand Est occupe la 5^{ème} place des régions françaises pour son effectif d'ovins, dont la quasi-totalité est de race à viande. Dans le Grand Est, les élevages et effectifs sont concentrés au centre de la région, sur un axe allant du nord-est au sud-ouest, dans les départements de Moselle, Meurthe-et-Moselle, Vosges et Haute-Marne. La filière occupe également une place importante dans les Ardennes. La Haute-Marne occupe la 4^{ème} place des effectifs ovins dans le Grand Est comme présenté dans le

Tableau 4. Le territoire de la zone d'étude présente une densité ovine assez élevée comme le démontre la carte présente en Figure 11 (Agreste).

Tableau 4 - Effectifs ovins déclarés par département dans le Grand Est (Source : ASP – PAC 2010-2019)

Département	2010	2019	Evolution annuelle 2010-2019 (%)
Ardennes	31 655	24 765	- 2,7
Aube	15 231	15 897	0,5
Marne	8 785	9 349	0,7
Haute-Marne	40 138	35 262	- 1,4
Meurthe-et-Moselle	44 928	37 892	- 1,9
Meuse	24 157	16 676	- 4,0
Moselle	58 380	50 001	- 1,7
Bas-Rhin	18 636	18 742	0,1
Haut-Rhin	5 740	6 375	1,2
Vosges	44 586	37 114	- 2,0
Grand Est	292 236	252 073	- 1,6

Note de lecture : un éleveur peut déclarer ses brebis pour bénéficier des aides couplées ovines s'il dispose d'au moins 50 brebis éligibles. L'effectif de brebis déclarées correspond donc au cheptel ovin détenu par les exploitants détenant au moins 50 brebis éligibles.

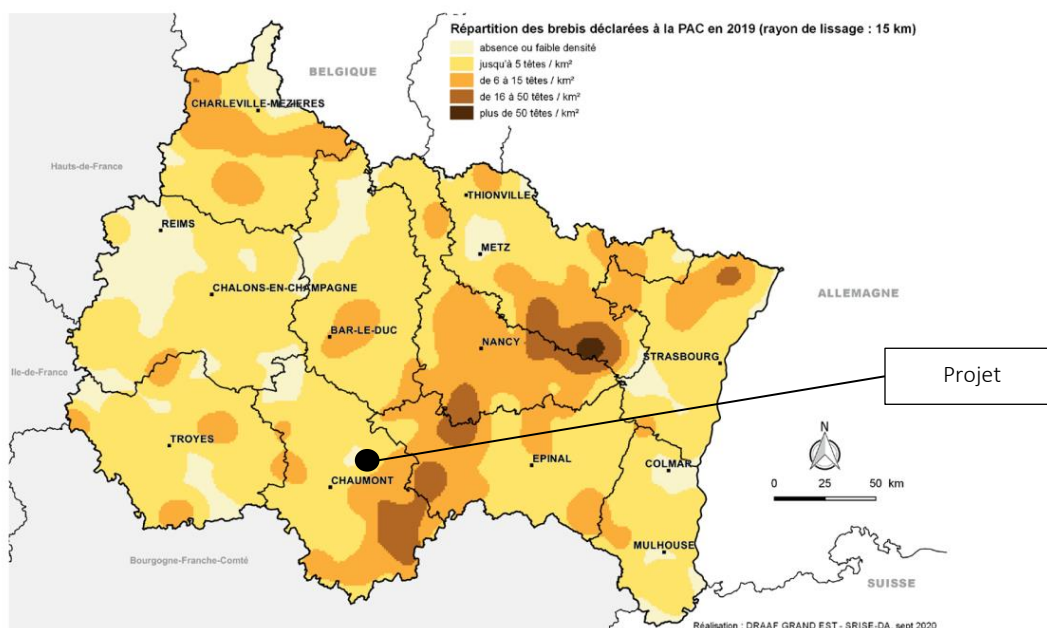


Figure 11 - Localisation du cheptel ovin dans le Grand Est en 2019 (Source : ASP - PAC 2019)

L'élevage ovin présente l'avantage de **s'adapter à une grande diversité de territoires** et offre une multitude d'installations possibles. Le développement de techniques de production performantes permet à la filière de diversifier efficacement les productions d'une exploitation agricole. Différentes typologies d'élevages ovins sont caractéristiques de la Haute-Marne. On y retrouve à la fois des **ateliers ovins dans des exploitations céréalières** ainsi que, dans le sud du département, **des ateliers plutôt associés à des systèmes herbagers sur des exploitations spécialisées ou en complément d'un troupeau de bovins.**

Sur son site internet, la Chambre d'Agriculture de Haute-Marne indiquent qu'elles proposent un accompagnement aux agriculteurs dans leurs éventuels projets de création d'ateliers ovin sur leur exploitation.

L'élevage ovin valorise des productions et des sous-produits de l'exploitation et est ainsi tout à fait complémentaire d'autres ateliers associés notamment aux productions végétales. De plus, dans l'objectif de répartir au mieux la charge de travail, il est tout à fait envisageable de planifier des dates d'agnelage en fonction des différents travaux.

Enfin, concernant les débouchés pour la filière ovine, la coopérative **COBEVIM**, dont le siège est situé à Foulain en Haute-Marne, intervient et structure la filière ovine dans l'Est, et réunit 600 éleveurs ovins d'agneaux de brebis ou encore de béliers. Forte de 46 années d'expérience, COBEVIM assure travailler avec ses éleveurs pour répondre aux attentes sociétales et environnementales qui préoccupent les consommateurs. En partenariat avec l'entreprise SOVILEG, COBEVIM a développé les labels « Sovileg, le meilleur de l'agneau du Grand Est » et « Sovileg, le meilleur de l'agneau de Bourgogne France comté », déclinés aussi en Label Rouge (Figure 12).



Figure 12 - Présentation des différents labels développés par COBEVIM en partenariat avec SOVILEG

En conclusion, la filière ovine Haut-Marnaise est relativement développée et structurée par des débouchés existants sur le territoire de Rimaucourt et présente un intérêt certain pour diversifier les productions des exploitations agricoles.

4.1.3 A l'échelle de la parcelle

Les parcelles du projet sont toutes exploitées par le GAEC COURTIER en grandes cultures. Elles sont cultivées en grandes cultures selon la rotation blé d'hiver-pois de printemps-blé d'hiver-(tournesol ou colza), soit en moyenne sur les parcelles 50% de blé d'hiver, 25% de pois de printemps, 12,5% de tournesol et 12,5% de colza. La production issue des parcelles est vendue au négoce SEPAC COMPAGRI (appartenant au groupe Vivescia) et à la coopérative EMC2. La paille issue des parcelles est utilisée pour l'atelier bovin de l'exploitation.

Une étude pédologique a été réalisée par la Chambre d'Agriculture de Haute-Marne sur la zone d'emprise du projet ([Annexe 3](#)). Le projet se situe dans la région naturelle du Barrois caractérisée par des sols majoritairement superficiels issus de sols calcaires.

Le rapport précise qu'une étude de la « typologie agronomique des terres à cailloux des plateaux calcaires du Barrois et de Bourgogne » définit 3 groupes de potentialités pour ces sols :

- Le groupe de potentialité G1 dit « **Petites terres à cailloux** » dont le rendement moyen en blé d'hiver est de l'ordre de 45 quintaux/ha (35 à 65 qx/ha selon les années) et apparaît inférieur de 30 % à la moyenne départementale (65 qx/ha entre 2008 et 2018 selon l'observatoire Rendement du CERFRANCE). Ces sols sont pauvres en terres fines c'est-à-dire avec moins de 1 900 tonnes/ha en raison :

> soit de leur grande superficialité (*moins de 18 cm de profondeur*),
> soit de leur faible profondeur (*18 à 25 cm*) et de leur richesse en cailloux (*plus de 50 % d'éléments de plus de 2 cm*).

- Le groupe de potentialités G2 ou « **Terres à cailloux** » présentant un potentiel de rendement en blé d'hiver moyen de 55 qx (*40 à 70 qx/ha selon les années*) corrélé à un tonnage de terres fines de 1 900 à 2 900 tonnes/ha. Le groupe de potentialités G3 ou « **Terres à cailloux profondes** » qui présente un potentiel minimal de 65 qx/ha de céréales d'hiver car l'éventuelle charge en cailloux est compensée par la profondeur du sol.

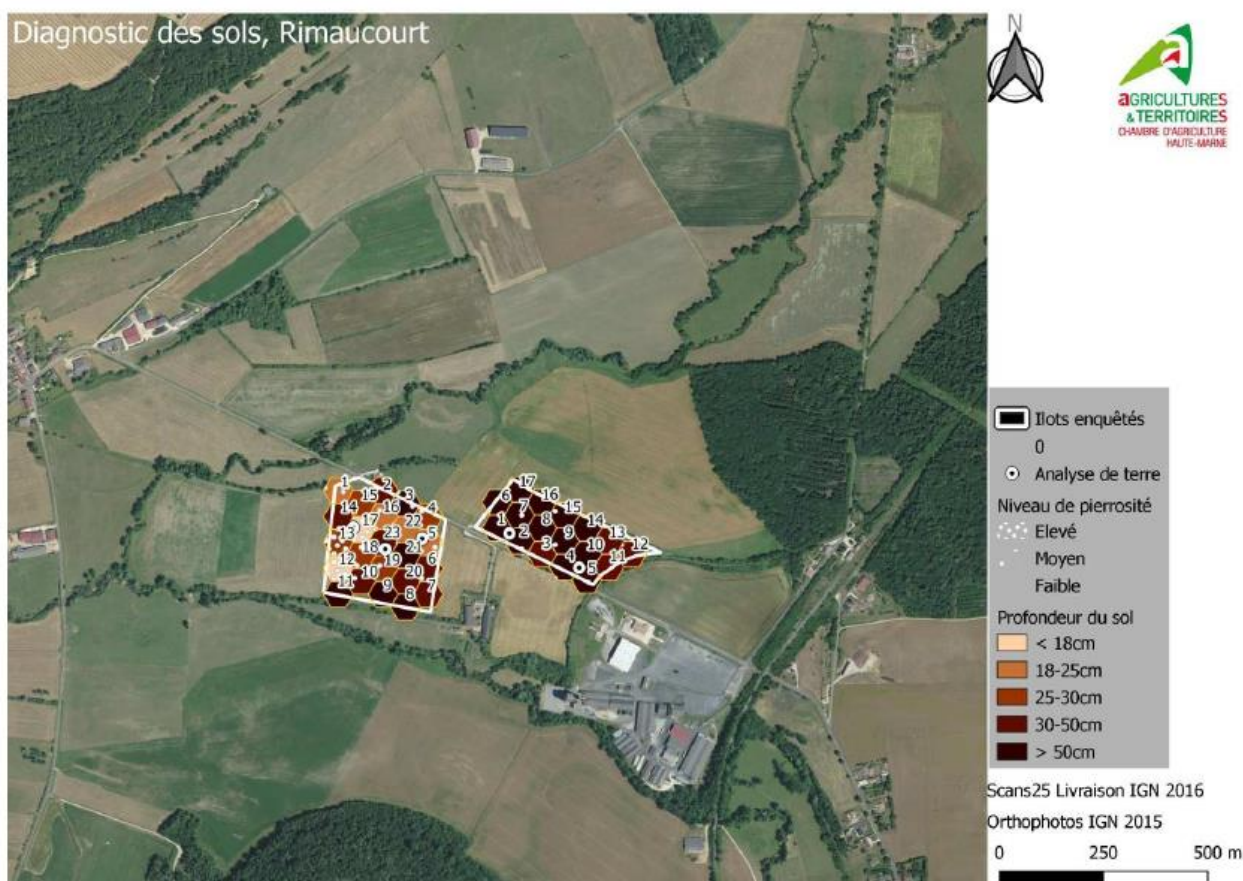


Figure 13 - Carte présentant le diagnostic des sols (source : Chambre d'Agriculture de Haute-Marne)

La parcelle située à l'Est du projet présente de meilleures qualités agronomiques (sol de type G3) que la parcelle Ouest (constituée de zone de type G2 et G3).

Sur la parcelle Est, la profondeur de sol moyenne est de 58,1 cm avec un faible niveau de pierrosité. Les sols sont plutôt de type G3.

La parcelle Ouest est plus hétérogène avec une profondeur de sol moyenne de 35,8 cm (variation de 19 à 62 cm). La pierrosité est également plus élevée que sur la parcelle Est. La moitié Ouest de cet îlot est considérée comme étant de type G2 et l'autre moitié de l'îlot de type G3.

L'étude conclue que les parcelles du projet sont plutôt argileuses mais de bonne qualité agronomique au regard de la majorité des sols de la région naturelle du Barrois et de Haute-Marne.

4.1.4 A l'échelle du territoire

4.1.4.1 Production agricole primaire

Pour rappel, l'étude porte sur l'ensemble des productions des exploitations et non uniquement sur les productions de la surface d'emprise du projet. En effet, les productions agricoles sont établies à l'échelle d'une réflexion à l'exploitation, parfois en interrelation. **Le projet peut donc générer des impacts sur toutes les productions d'une exploitation du fait de la réorganisation des productions et des rotations de cultures.** Le territoire de la production primaire correspond par conséquent à l'ensemble des communes sur lesquelles les exploitations impactées par le projet ont des parcelles (Figure 14).

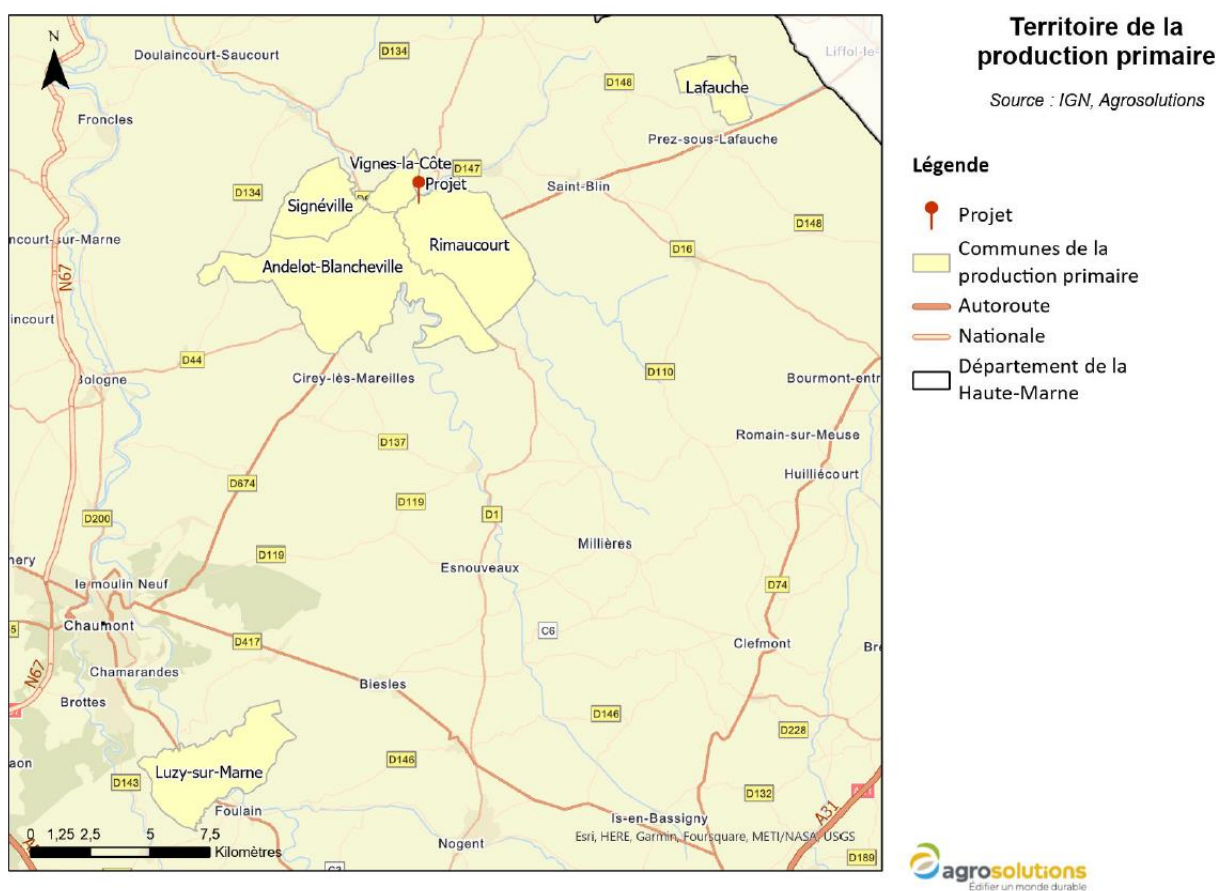


Figure 14 - Carte présentant le territoire de la production primaire

Le GAEC COURTIER est basée à Andelot-Blancheville. Vincent COURTIER et Xavier LEFEVRE sont cousins et ils sont associés au sein du GAEC. Il y a 2 Equivalent Temps Plein (ETP) sur l'exploitation, il n'y a pas d'employé. L'exploitation possède une SAU totale de 420 ha. Les parcelles de l'exploitation sont situées sur les communes d'Andelot-Blancheville, Rimaucourt, Signéville et Luzy-sur-Marne (Figure 14). Les parcelles du projet agrivoltaïque sont situées à 5 km du siège d'exploitation. Les exploitants font partie de 2 CUMA pour du partage de matériel de travail du sol. L'exploitation ne partage pas d'infrastructures en commun avec d'autres exploitations.

Les productions principales de l'exploitation sont les grandes cultures (255 ha) et les bovins viandes (taurillons, broutards, génisses). Les prairies sont cultivées sur 165 ha et permettent de produire du fourrage pour l'exploitation et de faire pâturer les bovins. Toutes les productions sont en production standard, à l'exception de la luzerne (27 ha en agriculture biologique) et des génisses qui sont élevées sous le label Bleu Blanc Cœur.

Les productions globales de l'exploitation sont décrites dans le Tableau 5 ci-dessous qui décrit ainsi la production primaire totale.

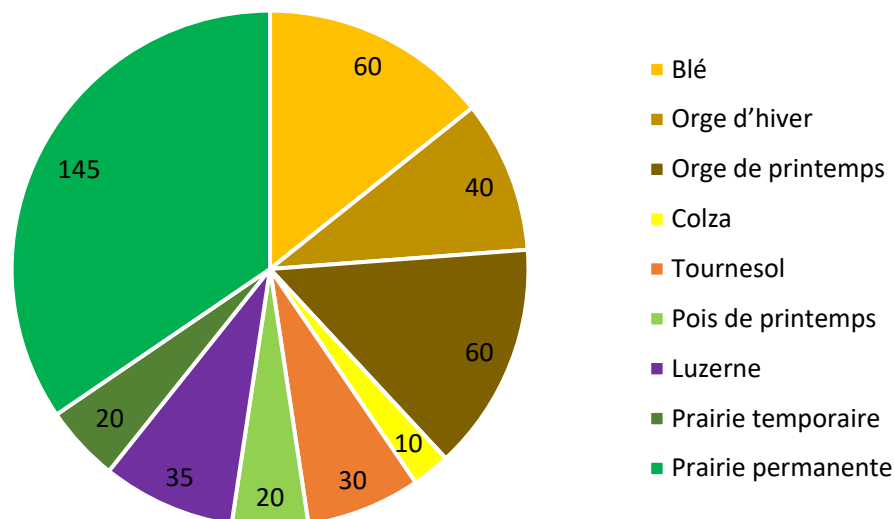


Figure 15 – Assolement 2021-2022 du GAEC Courtier (surface par production végétale par culture en ha)

Tableau 5 - Présentation des productions du GAEC COURTIER

GAEC COURTIER				
Informations générales	Atelier grandes cultures			
	Cultures	Surfaces (ha)	Débouchés (si connus)	Commercialisation
420 ha 320 bovins 2 associés <u>Communes :</u> Rimaucourt, Andelot-Blancheville, Signéville,	Blé d'hiver	60	Non connu	SEPAC COMPAGRI/ EMC2
	Orge d'hiver	40	50% non connu 50% autoconsommation	
	Orge de printemps	60	Brasserie	
	Colza	10	Non connu	
	Tournesol	30	Non connu	
	Pois de printemps	20	Non connu	
	Luzerne	35 (dont 27 ha en agriculture biologique)		
	Prairie temporaire	20		

Lafauche, Luzy-sur-Marne Production de grandes cultures, fourrage et bovins viande	Prairie permanente	145		
	Atelier bovins viande			
	Types d'animaux	Production (nombre d'animaux vendus)	Débouchés (si connus),	Commercialisation
	Taurillons	25	En partie pour Bigard	Marchands de bestiaux (Lorraine Bétail, Taboureux)
	Broutards	15		
	Génisses	35	Démarche Bleu Blanc Coeur	25 pour Leclerc 10 pour de la vente direct
Vaches de réforme	15	En partie pour Bigard	Marchands de bestiaux (Lorraine Bétail, Taboureux)	

Les parcelles impliquées dans le projet agrivoltaïque de Rimaucourt correspondent à des parcelles en grandes cultures. L'exploitation agricole n'aura plus de surplus de paille disponible pour son bétail mais conservera son cheptel actuel et achètera un peu de paille en extérieur si besoin. Ainsi, le projet impactera l'atelier grandes cultures avec une diminution des surfaces associées mais la production de l'atelier bovin ne sera pas modifiée.

4.1.4.2 Commercialisation

Les grandes cultures produites sur l'exploitation sont commercialisées au négoce SEPAC COMPAGRI (silo de Rimaucourt) et à la coopérative EMC2 (silo de Vesaignes-sous-Lafauche). Les productions des parcelles du projet sont dirigées vers le silo de Rimaucourt (le plus proche). La localisation des silos est indiquée sur la carte ci-dessous.

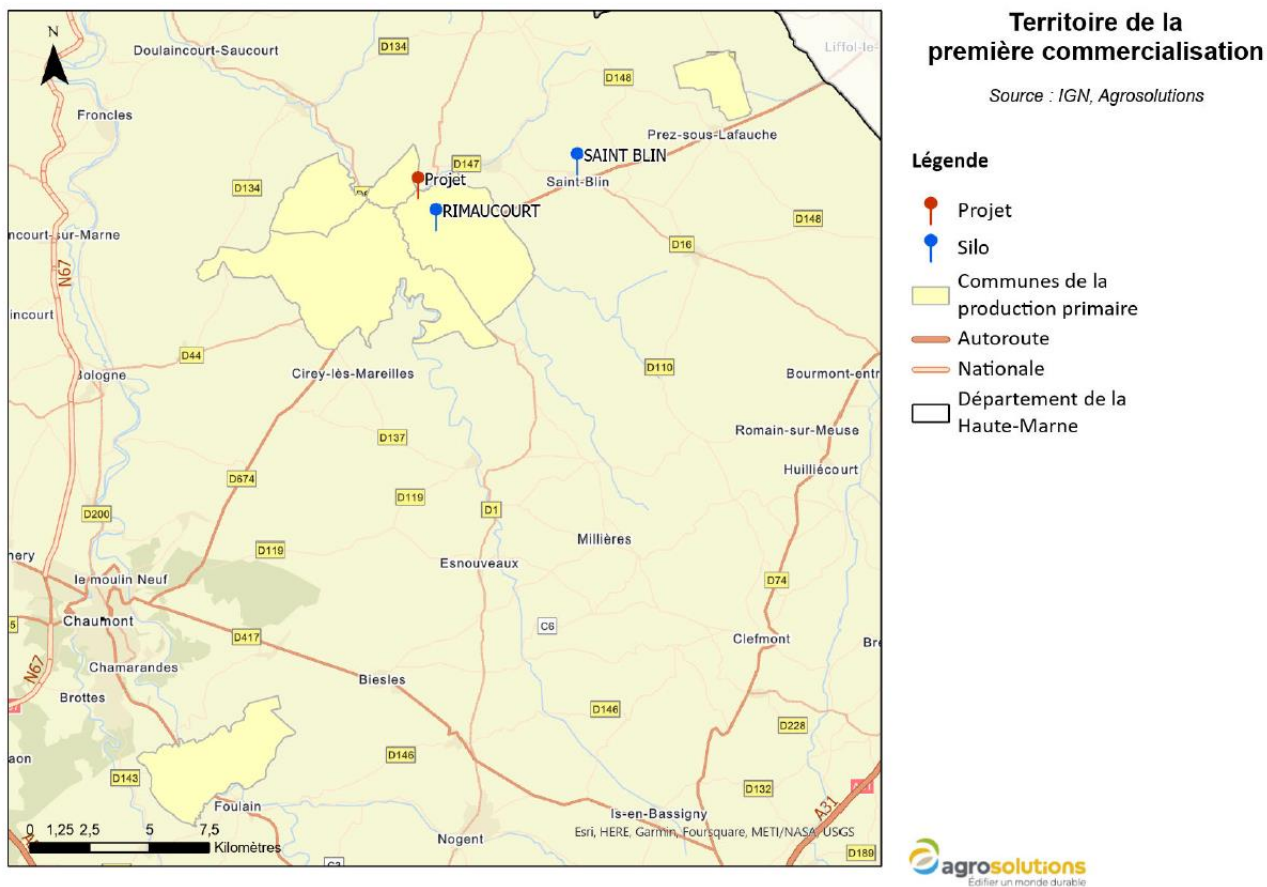


Figure 16 – Territoire de la première commercialisation

SEPAC COMPAGRI

Le négoce SEPAC COMPAGRI est un négoce de collecte de taille assez importante couvrant 12 départements dans le Nord-Est de la France. Son volume de collecte annuel était de 500 000 t en 2019 (Source : SEPAC COMPAGRI).

Les céréales et oléoprotéagineux collectés sont commercialisés auprès d'industriels français et à l'export. Le négoce expédie 30 à 45% du volume collecté en Allemagne, Suisse et reste de l'Europe du Nord. 20% des volumes collectés sont vendus aux industries du groupe Vivescia donc SEPAC COMPAGRI fait partie.

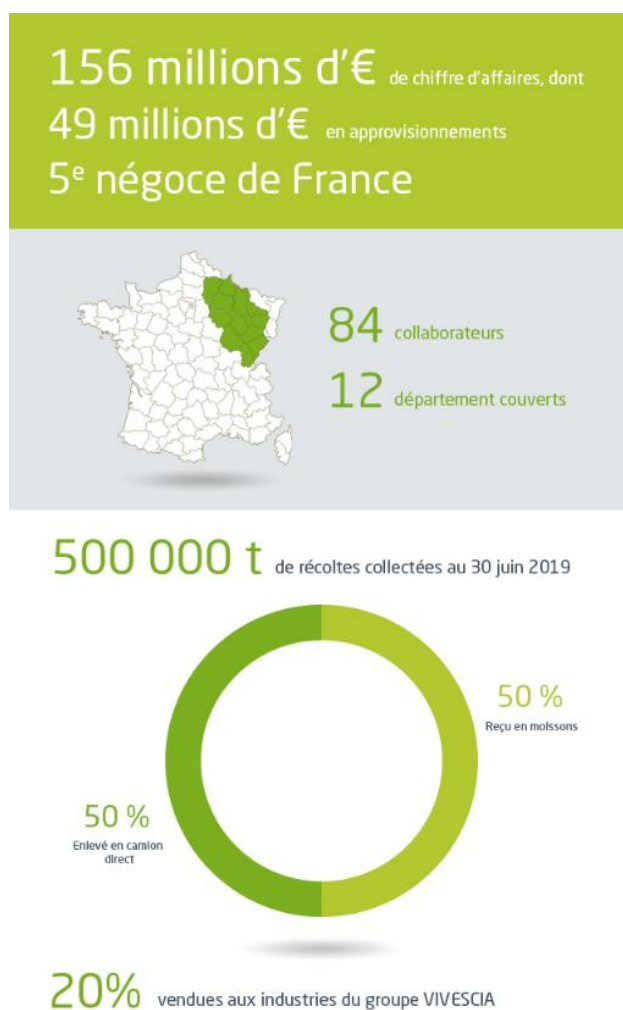


Figure 17 – Volume de collecte et zone de collecte du négoce SEPAC COMPAGRI.

EMC2

La coopérative EMC2 (au sein du groupe EMC2) a un territoire couvrant 15 départements dans le nord-est de la France. Elle collecte chaque année entre 620 et 750 000 t de céréales et oléoprotéagineux.

La coopérative collecte majoritairement du blé (près de 50% de la collecte), de l'orge (30%) et du colza (10%). Le reste de la récolte se compose de petites productions : tournesol, triticales, pois,...

Le blé est destiné aux filières alimentations animales, meunerie et amidonnerie.

L'orge est destinée majoritairement à la filière brassicole et le reste pour l'alimentation animale.

Le colza sert à la fabrication de biodiesel, d'huile alimentaire et de tourteaux pour l'alimentation du bétail dans l'usine de biocarburant de Baleycourt-Verdun dans la Meuse.

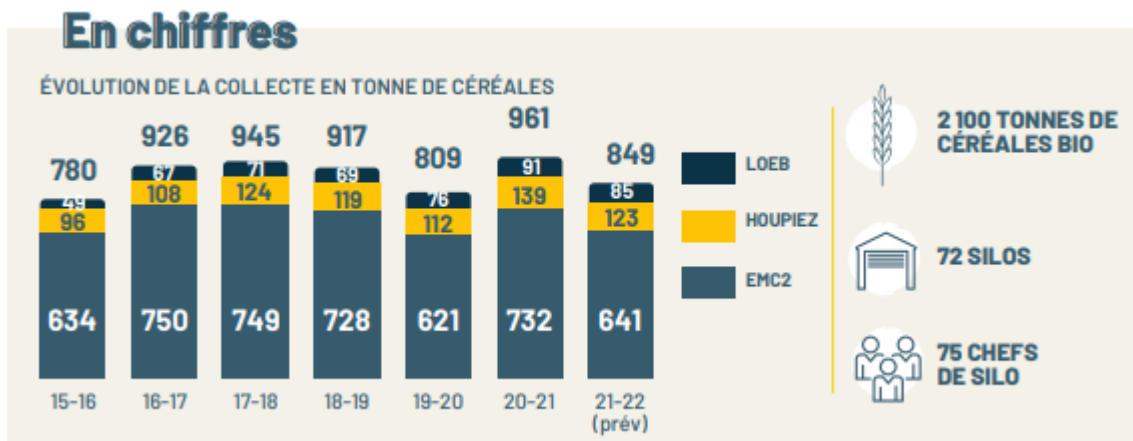


Figure 18 – Volume et zone de collecte du groupe coopératif EMC2

4.1.4.3 Transformation

Aucun acteur de la transformation n'est impacté directement par le projet agrivoltaïque de Rimaucourt. Les productions sur les parcelles sont des productions sans label ou sigle de qualité produites en grandes quantités sur le territoire local et national. Ces productions sont facilement remplaçables par les industriels sur un marché mondialisé.

4.2 Synthèse du territoire d'étude

Le projet agrivoltaïque de Rimaucourt impacte une unique exploitation agricole : le GAEC COURTIER.

L'exploitation est une exploitation de polyculture-élevage. Le modèle d'exploitation est représentatif des exploitations Haut-Marnaises et des exploitations sur le territoire autour du projet qui sont spécialisés en polyculture-polyélevage, bovins mixte et grandes cultures.

Les parcelles du projet sont cultivées en **grandes cultures standard** (pas de label ou de sigle de qualité). Seules les parcelles dans l'emprise du projet et cultivées en grandes cultures seront impactées par le projet, il n'y aura pas d'impact sur les autres productions de l'exploitation d'après l'enquête menée auprès des exploitants.

La production issue de ces parcelles est destinée à la vente à **deux organismes de collecte** :

- Le négoce SEPAC COMPAGRI
- La coopérative EMC2

Ces deux organismes de collecte ont des volumes de collecte très importants, d'environ 500 000 t pour SEPAC COMPAGRI et environ 700 000 t pour EMC2 et commercialisent les productions agricoles en grandes cultures au niveau national et international. Les productions issues de la parcelle ne sont pas valorisées localement. A titre de comparaison pour le volume de collecte de ces deux organismes, le volume produit en 2020 en Haute-Marne en céréales, oléagineux et protéagineux est de 732 835 t (Agreste, 2020).

Ces deux organismes de collecte seront donc impactés par le projet de Rimaucourt.

5 Etude des effets du projet sur l'économie agricole du territoire

L'objectif est ici d'évaluer les effets du projet agrivoltaïque sur les exploitations agricoles concernées, leurs assolements et leurs productions végétales et animales afin de déterminer les effets du projet sur l'économie du territoire agricole définie au 4.2 (Synthèse du territoire d'étude). Les effets directs et indirects (réorganisation du parcellaire et des productions), positifs et négatifs seront détaillés.

5.1 Mesures d'évitement

Les mesures d'évitement sont des mesures prises par le maître d'ouvrage dans le but d'éviter, ou supprimer en amont les effets négatifs potentiels du projet.

Dans le cadre du projet agrivoltaïque de Rimaucourt, PHOTOSOL a été contacté directement par l'exploitant agricole. Le poste de raccordement prévu étant celui de Vesaignes-Lafauche, à 11 km du site du projet, PHOTOSOL a effectué une analyse du territoire afin d'identifier si des sites dégradés potentiels (anciennes carrières et ICPE) existaient dans une zone tampon de 12 km autour du poste-source de Vesaignes-Lafauche. L'ensemble de la démarche et du processus de recherche pour éviter d'impacter des terres agricoles est disponible en [Annexe 6](#). Les principaux éléments de cette recherche sont présentés ci-dessous.

L'équipe de développement de PHOTOSOL présélectionne méticuleusement les projets dès les premières analyses de faisabilité. Chaque nouveau projet présenté aux services instructeurs est ainsi le fruit d'un compromis optimal basé sur de nombreux critères : énergétiques, territoriaux, paysagers, socio-culturels et techniques. En effet, un projet est avorté chez PHOTOSOL dès qu'il présente l'un des critères suivants :

- Une surface trop petite (< 5 ha)
- Une protection réglementaire naturelle forte (biotope, RAMSAR...), un enjeu rédhitoire faune flore (zone humide sur toute la surface par exemple, ou présence d'outardes canepetières, aigles de Bonelli...)
- Une protection paysagère forte (site inscrit, classé, ZPPAUP, dans les 500 mètres d'un monument historique...)
- La protection de la zone par le document d'urbanisme (par exemple : EBC, Np, AU pour habitation, PPRI...)
- Une topographie trop marquée (>10 %)
- Un poste-source trop éloigné (>1km/hectare de projet) ou un itinéraire de raccordement trop complexe (passant par des zonages réglementaires naturels protégés...)

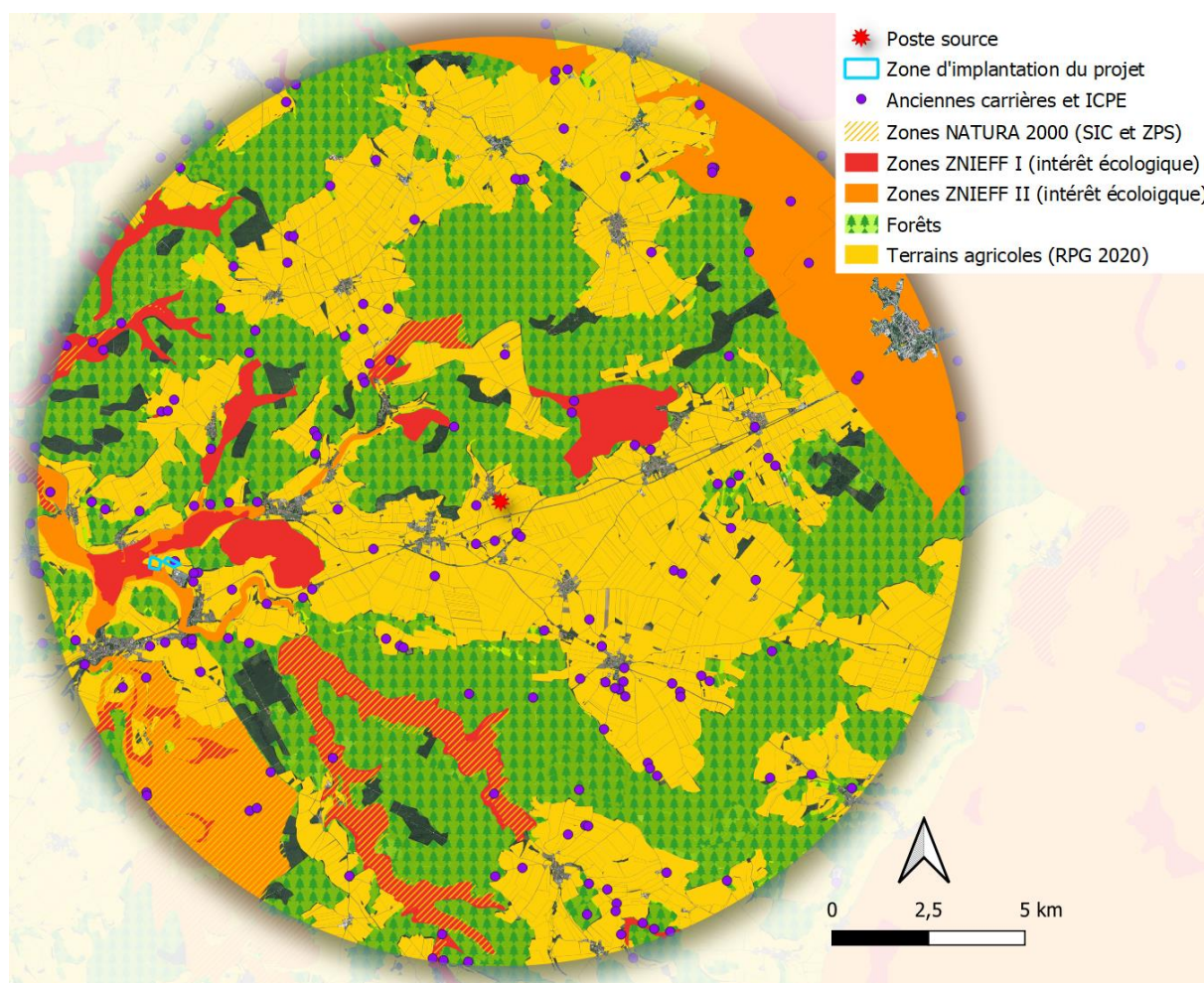


Figure 19 – Sites alternatifs (en violet) identifiés et principales contraintes sur la zone tampon étudiée (Source : PHOTOSOL)

Les sites identifiés présentant des enjeux environnementaux importants ont été détachés. Cela correspond aux ZNIEFF I et II, aux zones Natura 2000 et aux forêts.

De même, les parcelles recensées au RPG 2020 (registre parcellaire graphique) et ayant donc une activité agricole ont été détachées. En effet, les anciennes carrières présentes sur ces zones ont été remises en état, et ne sont plus considérées comme des terrains dégradés par PHOTOSOL. De plus, la mise en place de parcs photovoltaïques sur ces terrains ne présenterait pas moins d'impact sur la filière agricole que le projet agrivoltaïque de Rimaucourt.

En prenant en compte les critères ci-dessus, 15 sites ont été identifiés et étudiés au cas par cas par PHOTOSOL.

Un grand nombre des anciennes carrières identifiées ont une surface inférieure à 5 hectares - ne permettant pas de construire un projet photovoltaïque viable économiquement. Ces sites ne sont donc pas retenus comme pouvant accueillir un projet photovoltaïque. De plus, certains sont partiellement boisés. La mise en place d'une centrale photovoltaïque nécessiterait un défrichement des sites, sous condition d'obtenir une autorisation de défrichement. Outre le changement de destination des sols, la présence de boisements suppose des enjeux écologiques importants s'il s'agit de feuillus, même si ces terrains ne font pas l'objet d'un zonage environnemental réglementaire. Les sites d'une surface inférieure à 5 ha sont au nombre de 12 sur les 15 sites d'étude.

Les 3 sites restant sont des carrières réaménagées :

- L'ancienne carrière sur la commune de Roches Bettaincourt est maintenant une sylviculture exploitée par le Groupement Forestier de l'Ajoux. Ce site n'est donc plus considéré comme dégradé et ne présenterait pas un impact moindre que le site identifié par Photosol sur la commune de Rimaucourt. De plus, cette activité n'est pas compatible avec un parc photovoltaïque.
- L'ancienne carrière sur la commune d'Andelot-Blancheville est désormais boisée et urbanisée. La mise en place d'une centrale photovoltaïque nécessiterait un défrichage des sites, sous condition d'obtenir une autorisation de défrichage. Outre le changement de destination des sols, la présence de boisements suppose des enjeux écologiques importants s'il s'agit de feuillus, même si ces terrains ne font pas l'objet d'un zonage environnemental réglementaire. Cette carrière ne semble donc pas présenter moins d'impacts sur la faune et la flore que le présent projet de Rimaucourt, dont la séquence évitement-réduction-compensation permet d'observer des impacts résiduels non significatifs sur l'environnement.
- L'ancienne carrière sur la commune de Chalvraine est désormais sur zone bâtie n'est donc pas compatible avec l'aménagement d'un parc photovoltaïque.

Les photographies aériennes ci-après zooment sur ces zones. En jaune sont représentés les terrains agricoles, en vert les forêts, et en rouge et orange les ZNIEFF I et II.

Ainsi, après une étude voulue exhaustive et multithématique, le site choisi par Photosol a été retenu comme l'un des plus adéquats. En effet, en prenant en compte les aspects écologiques, agricoles et techniques, aucun site présentant un enjeu moindre n'a été rencontré aux alentours du poste-source de Vesaignes-sous-Lafauche.

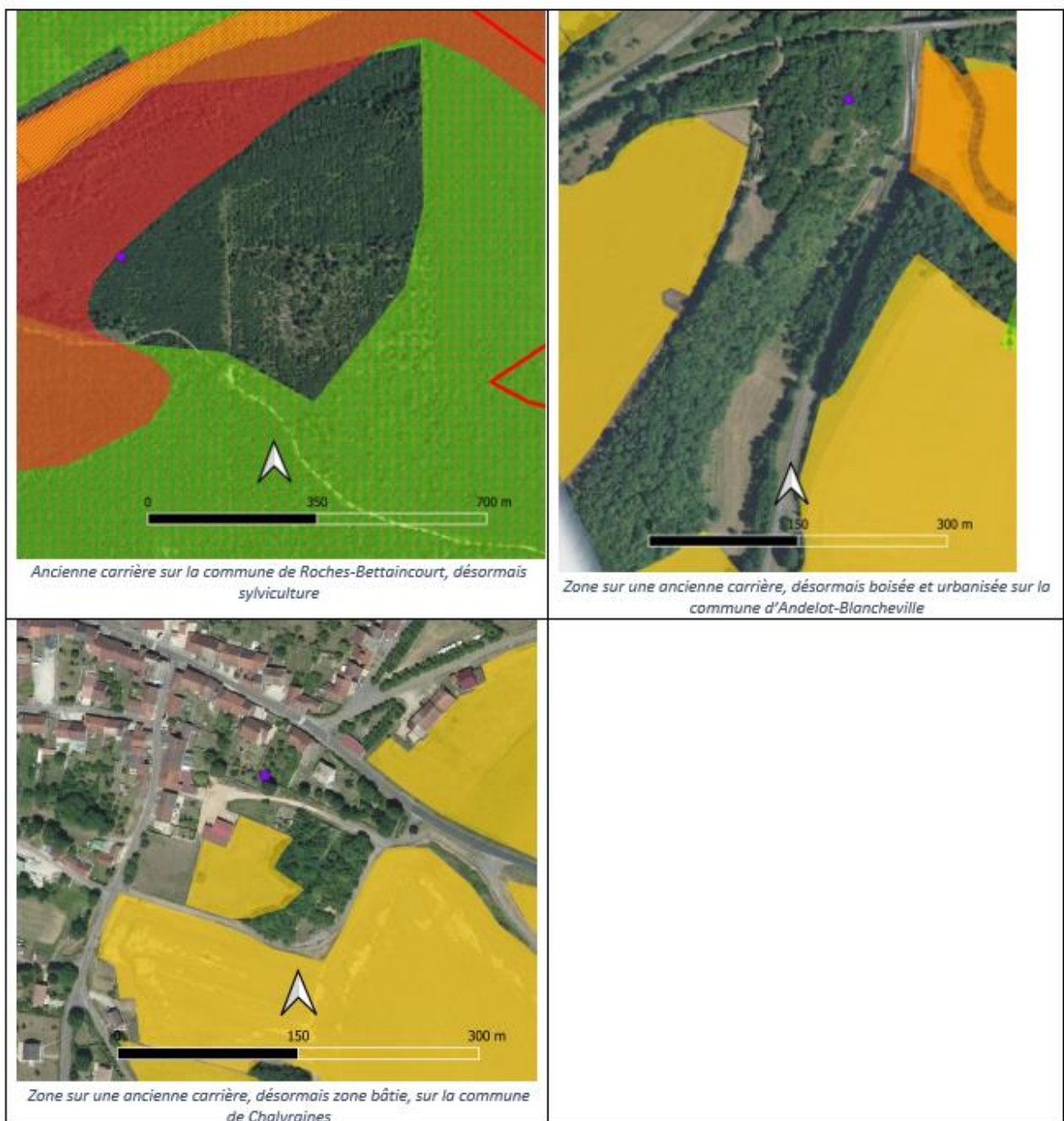


Figure 20 – Sites alternatifs identifiés hors contraintes environnementales et agricoles et ayant une surface supérieure à 5 ha (Source : PHOTOSOL)

5.2 Mesures de réduction et leurs impacts

Comme il a été déclaré plus tôt, le projet mené par Christian Courtier et par PHOTOSOL est un **projet d'agrivoltaïsme**, autrement dit, **comportant une activité agricole principale**, dans laquelle des panneaux photovoltaïques sont intégrés de façon compatible voire synergique, sur les parcelles concernées. **La production d'électricité est donc combinée à une production agricole**. En cela, un projet permet de réduire les impacts d'un

projet sur l'économie agricole d'un territoire en comparaison avec la mise en place d'un projet photovoltaïque classique.

De plus, en concordance avec le projet de l'agriculteur, **une partie des surfaces dans l'emprise du projet ne seront pas recouvertes de panneaux photovoltaïques**. Au total, 1,5 ha dédiés aux cultures spécialisées (sur les 2,0 ha de cultures spécialisées au sein de l'emprise du projet) seront cultivés hors projet agrivoltaïque.

5.2.1 Description générale du projet d'agrivoltaïsme

Christian COURTIER a un projet agricole atypique de mise en valeur de **12.05 ha de foncier** situés à Rimaucourt et Andelot, dont une partie en coteaux. Sur les 12,05 de foncier que Christian Courtier a en propriété, 11,25 ha sont situés sur les communes de Rimaucourt et Vignes-la-Côte et seront dans l'emprise clôturée du projet agrivoltaïque. Les structures de panneaux ont été adaptées à chaque atelier concerné.

Il souhaite développer une activité de **production de petits fruits** : raisins (dont production de raisin secs), fraises et framboises.

La commercialisation des fruits se fera essentiellement en **vente directe**, en **agriculture biologique** pour les **fraises et les raisins**, en **non traité pour les framboises** (la culture en pot hors-sol empêche l'accès à la certification agriculture biologique).

En complément, une **troupe ovine** valorisera l'herbe située sous les panneaux photovoltaïques dans la partie du site qui sera convertie en prairie. Les ovins permettront également de désherber les surfaces fruitières (hors période végétative) et fertiliser naturellement ces zones. L'objectif est d'être le moins dépendant possible de sources de fertilisants extérieures à l'exploitation. Lors des périodes hivernales où les ovins ne seront pas au champ, ils seront mis en bâtiment sur l'exploitation du frère de Christian Courtier, le GAEC Courtier, qui possède un bâtiment pouvant accueillir les ovins.

L'atelier ovin sera également conduit en agriculture biologique avec une commercialisation en circuit court en caissette.

Un forage est prévu sur le site de Rimaucourt afin de pouvoir irriguer les parcelles de production de fruits. En complément de ce forage, un abondement sera réalisé grâce à la récupération d'eau sur une partie des panneaux du parc ovin et un stockage dans 2 poches souples de chacune 120 m³ de capacité. Cela permettra d'éviter d'utiliser l'eau du captage en période de sécheresse.

Une étude de faisabilité technico-économique a été réalisée par les Chambres d'Agriculture Aube-Haute-Marne et Planète Légumes et est disponible en [Annexe 6](#). Elle confirme l'intérêt du projet pour l'agriculteur et compare un scénario avec et sans agrivoltaïsme. Sans la partie photovoltaïque, Christian Courtier ne pourrait pas s'installer sur son projet.

Concernant le projet expérimental, les **vignes et framboisiers** en partie situés sous **différents types de panneaux photovoltaïques** feront l'objet d'un **suivi expérimental** par l'exploitant, Planète légumes (pour les framboises), et le service viticole des Chambres d'Agriculture Aube-Haute-Marne (pour la vigne).

Trois modalités seront étudiées :

- Des panneaux de verre (témoin)
- Une alternance de panneaux pleins et panneaux de verre
- Des panneaux pleins

L'objectif sera de déterminer en fonction de l'espèce cultivée (vigne ou framboise) quelle modalité permet d'obtenir les meilleurs performances (rendement, qualité) et de déterminer l'impact des panneaux sur la production (décalage dans le temps, protection contre les intempéries, ...).

Afin de connaître l'ensoleillement et l'irradiance prévue sur chaque culture en fonction du modèle de panneaux, l'entreprise Lucisun a effectué une étude de luminosité pour le projet de Rimaucourt. Plusieurs configurations ont été étudiées notamment : panneaux semi transparents ou alternance de panneaux pleins et plaques de verre. Ces données permettront d'interpréter les résultats expérimentaux obtenus vis-à-vis de ce paramètre. Selon la conclusion de cette étude, la configuration la plus adaptée serait l'alternance de panneaux pleins et de plaques de verre. Cette étude est disponible en [Annexe 8](#).

Tableau 6 - Présentation de l'assolement de l'exploitation de Christian Courtier (Source : Chambres d'Agriculture Aube-Haute-Marne)

	Surface en ha	Commentaire
Vigne - Andelot – Site sans panneaux	0,8	Une parcelle en terrasse de 1 ha mais seulement 0,8 ha plantés (2000 plants) : - 0,5 ha en mars 2023 - puis 0,3 ha en octobre 2023
Vigne - Rimaucourt – Expérimentation avec et sans panneaux	1,5	Planté en octobre 2024 - 1,2 ha hors panneaux - 0,3 ha sous panneaux, dont : o 300m ² sous panneaux pleins o 300 m ² sous panneaux verre o 2 400 m ² sous panneaux semi-transparentes
Fraisiers - Rimaucourt – hors panneaux	0,07	700 m ² en rotation tous les 4 ans avec jachère. Implantation en 2024
Jachère – Rimaucourt – hors panneaux	0,20	En rotation avec les fraises. Pourra être planté en légumes par la suite.
Framboisiers hors sol – Rimaucourt – Expérimentation avec et sans panneaux	0,23	Dès 2025. En hors-sol, renouvelés tous les 2 ans. - 300m ² sous panneaux pleins - 300 m ² sous panneaux verre - 1 400 m ² sous panneaux semi-transparentes - 300 m ² hors panneaux
Prairie permanente - Rimaucourt – Sous panneaux	9,25	Sous panneaux avec ovins : une parcelle de 6 ha +4 ha de la parcelle où seront les fruits rouges et la vigne
TOTAL Exploitation Christian Courtier	12,05	Dont 11,25 ha dans l'emprise du site agrivoltaïque de Rimaucourt

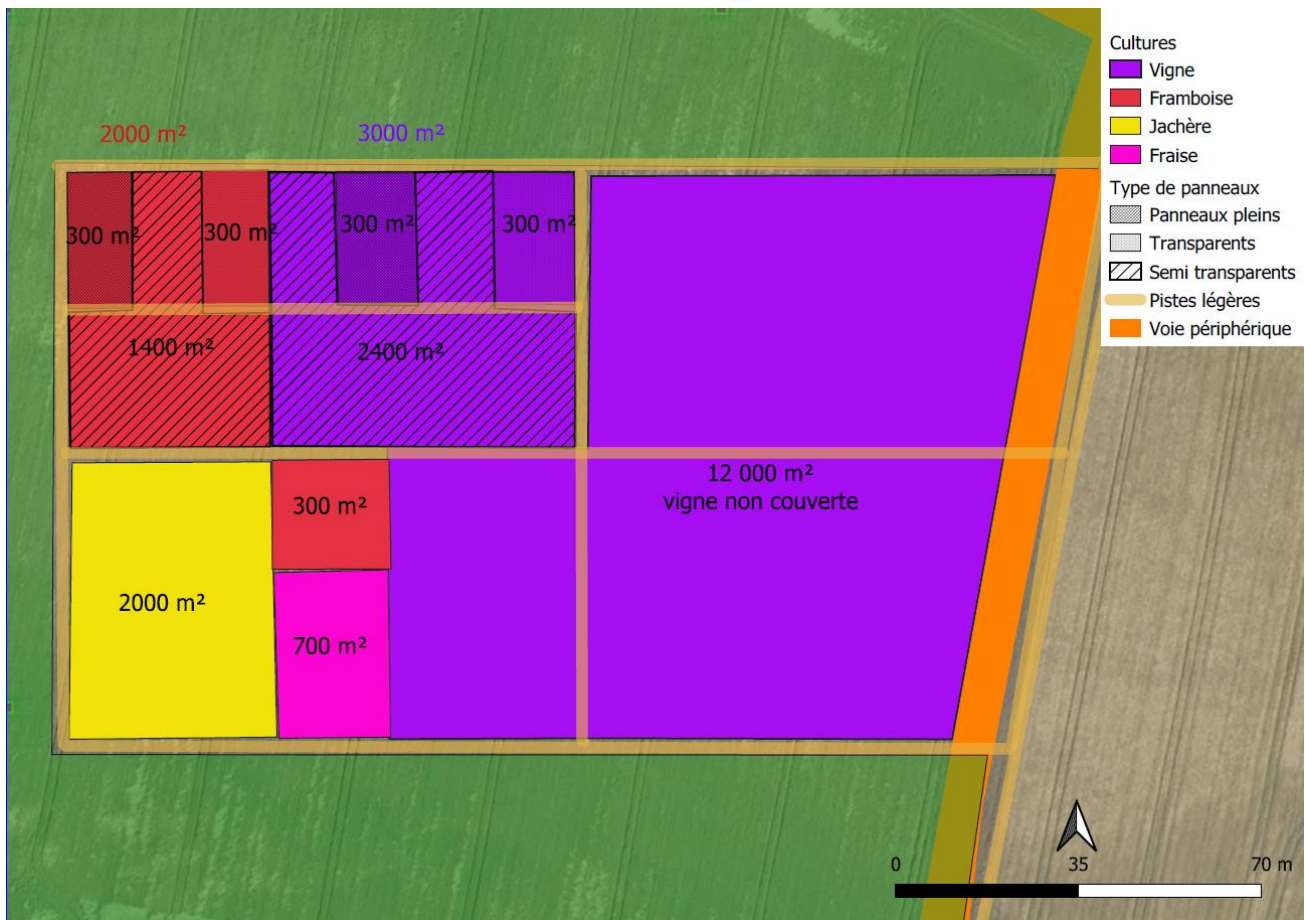


Figure 21 – Organisation du parcellaire de la zone de production de fruits et d'expérimentation (Source : PHOTOSOL)

A noter que dans le dépôt de permis de construire, l'impact avec l'intégralité de la surface de la zone innovante couverte par des panneaux pleins a été prise en compte mais qu'initialement seuls 5 000 m² seront recouverts de panneaux.

5.2.2 Impacts du projet sur la filière fruit

5.2.2.1 Atelier de production de fraises

Les fraisiers seront cultivés en agriculture biologique sur une surface 700 m² au sein de la zone d'emprise du projet. Les fraisiers étant des plantes ayant un besoin important en ensoleillement, cette surface sera laissée libre, sans panneaux photovoltaïques. Une zone adjacente de 2 000 m² sera laissée libre également afin de pouvoir assurer une rotation avec les fraisiers (rotation tous les 4 ans).

La station d'expérimentation Planète Légume a estimé la **production de fraises** sur le site du projet à **630 kg/an** et estimé le **chiffre d'affaires sur cet atelier à 8 820 €/an**.

Les fraises seront commercialisées en vente en directe et paniers à la ferme, ainsi qu'à des collectivités.

5.2.2.2 Atelier de production de framboises

Les framboisiers seront cultivés en pot en hors-sol sur une surface de 2 300 m². Les structures photovoltaïques seront des structures hautes avec un bas de panneaux de 2,35 m et une hauteur sous panneaux à l'emplacement des plants de 2,5 m. Les figures ci-dessous illustrent l'implantation des panneaux et des rangées de framboisiers.

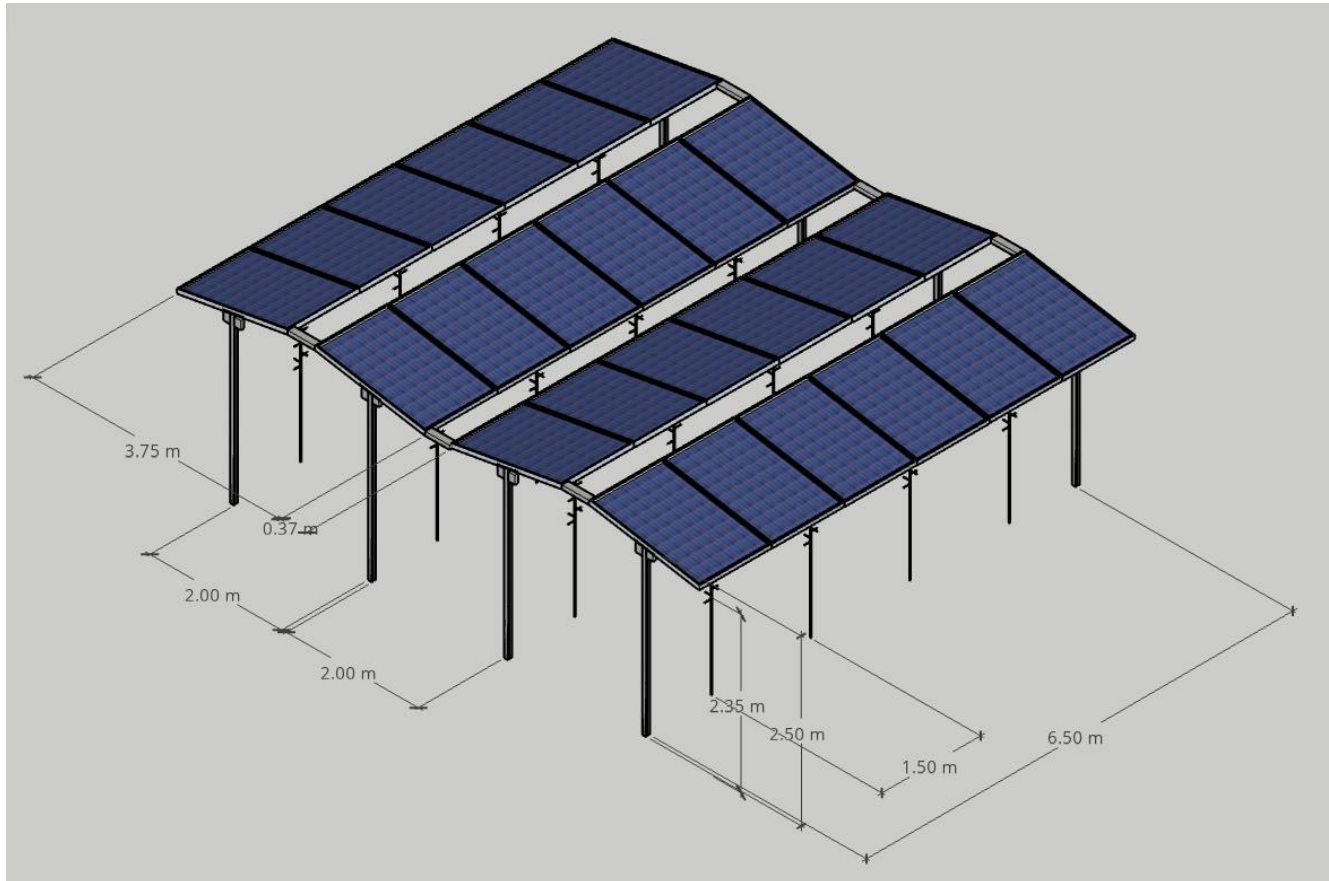


Figure 22 – Plan d'implantation des panneaux en plein sur les ateliers framboise et vigne (Source : PHOTOSOL)



Figure 23 – Illustration de l’implantation des framboisiers sous des panneaux en plein sur Rimaucourt (Source : PHOTOSOL)

Planète Légume a estimé la production annuelle sur le site à **1 156 kg/an** et un chiffre d’affaires de **17 342 €**. Des rendements différents ont été estimés par zone (sans panneaux, avec panneaux de verre, avec panneaux semi-transparents et avec panneaux pleins) en fonction des connaissances sur les framboisiers et l’impact de l’ombre sur la production :

	Surface en m ²	Rendement en t/ha théorique	Rendement en t/ha dont pertes	Production annuelle en kg	Production annuelle en €
Panneaux pleins	300	3,0	2,60	78	1 170 €
Panneaux semi-transparents	1 400	6,5	5,65	791	11 865 €
Panneaux verre	300	7,0	6,09	183	2 741 €
Hors panneaux	300	4,0	3,48	104	1 566 €
TOTAL	2 300			1 156	17 342 €

Les panneaux permettent de protéger les cultures de la grêle, des brûlures du soleil et de mieux contrôler les conditions d’humidité. Les cultures de plein-air est toujours moins importante que la culture de plein champ de ce fait. Planète Légumes a donc estimé le rendement à 4 t/ha en plein air et 7,0 t/ha sous les panneaux en verre. Les framboisiers étant tolérant à l’ombre, le rendement a été estimé à 6,5 t/ha sous panneaux semi-transparents. Ce système permettant a priori d’obtenir le meilleur ratio de production de framboises et d’énergie, la majeure partie de la surface du projet (1 400 m²/2 000 m²) a été implantée avec cette modalité. L’ombrage avec les panneaux pleins sera a priori trop important, le rendement a donc été estimé à 3 t/ha sur cette zone. Cette modalité est cependant testée afin d’avoir une comparaison entre les deux modalités avec panneaux photovoltaïques.

A noter pour cet atelier que les investissements de départ pour l’atelier framboise seront financés par PHOTOSOL. L’agriculteur n’aura de plus pas à installer des structures de protection au-dessus de ses framboisiers grâce à la présence des structures photovoltaïques.

5.2.2.3 Atelier de production de raisin de table et de raisins secs

Sur l'exploitation de Christian Courtier, il y aura 2,3 ha de vigne dédiés à la production de raisin de table et de raisins secs.

Sur le site d'Andelot (hors emprise du projet agrivoltaïque de Rimaucourt), les vignes seront implantées courant 2023. L'entrée en production de la vigne est prévue en 2025.

A noter que sur le site d'Andelot, une partie des raisins sera séchée grâce à la mise en place d'un séchoir photovoltaïque.

Dans la zone d'emprise du projet de Rimaucourt, 1,5 ha de vigne seront implantés, dont :

- 1,2 ha hors panneaux (soit 80% de la production sur site hors panneaux et 87% des surfaces de vigne de l'exploitation hors panneaux)
- 0,03 ha sous panneaux pleins
- 0,03 ha sous panneaux verre
- 0,24 ha sous structures semi-transparentes

Les panneaux implantés seront les mêmes que sur l'atelier framboise. La figure ci-dessous illustre l'implantation des vignes sous panneaux pleins.



Figure 24 – Illustration de l'implantation des vignes sous des panneaux en plein sur Rimaucourt (Source : PHOTOSOL)

L'ensemble des surfaces de vigne devrait rentrer en production à partir de 2026. Le bilan économique estimé par les Chambres d'Agriculture Aube-Haute-Marne est le suivant :

	Surface en ha	Rendement en t/ha	Raisin frais		Raisin sec		TOTAL
			Production en kg	Production en €	Production en kg	Production en €	
Andelot	0,80	8	5 400	20 466 €	300	8 532 €	28 998 €
Rimaucourt hors panneaux	1,20	8	9 600	36 384 €		- €	36 384 €
Rimaucourt sous panneaux	0,30	6,4	1 920	7 277 €		- €	7 277 €
TOTAL	2,30		16 920	64 127 €	300	8 532 €	72 659 €

Les Chambres d'Agriculture ont estimé un rendement moyen de 8 t/ha hors zone de panneaux et de 6,4 t/ha sous panneaux, soit une perte de production de 20% (la vigne étant une culture ayant a priori un besoin en ensoleillement important). Les différentes modalités seront étudiées par les Chambres d'Agriculture afin d'identifier les effets sur la protection de la culture (gel, brûlures, ...), la production de fruits et leur qualité.

Sur le site de Rimaucourt, la production attendue est de **11 520 kg/an** et le chiffre d'affaires de **43 661 €/an**.

5.2.3 Impacts du projet de la filière ovine

Sur les 9,75 ha de prairie, un atelier ovin allaitant de 50 brebis sera mis en place (soit un chargement de 5 brebis/ha), en agriculture biologique également. La race choisie par l'exploitant agricole est la race Sognolote qui est une race rustique avec de bonnes qualités bouchères, une bonne résistance aux maladies et est à l'aise sur les sols humides (sols humides et argileux sur la zone du projet).

Le bas des panneaux a été surélevé à 1 m afin que les ovins puissent circuler facilement sur la parcelle et les rangées de panneaux (écartement de bord à bord de panneaux) ont été espacées de 3,5 m afin de permettre le passage d'engins agricoles pour l'entretien de la prairie. Les panneaux seront implantés en monopieux afin de faciliter la gestion du couvert, sauf si les contraintes techniques identifiées au moment de la construction imposent une implantation en bi-pieux..

La production attendue annuellement est de 60 agneaux, dont 7 agnelles conservées pour le renouvellement du troupeau et **53 agneaux commercialisés en vente directe en caissette** et avec une **alliance locale avec le Leclerc de Saint-Geosmes**.

Le chiffre d'affaires attendu est de **7 049 €/an**.

Note 5 - Points clés du guide pratique « L'agrivoltaïsme appliqué à l'élevage des ruminants »**Institut de l'élevage, 2021****Les avantages d'un projet de centrale photovoltaïque pour les éleveurs :**

- **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 prédation de plus en plus prégnant.
- 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 ou renforcer des élevages en activité dans leur développement.

Les avantages d'un projet de centrale photovoltaïque pour le troupeau :

- Les **infrastructures photovoltaïques** peuvent représenter un **abri en cas de fortes chaleurs, de vent froid ou d'intempéries**.
- Les clôtures des centrales, hautes et parfois semi-enterrées, offrent également **une protection intéressante du troupeau contre les prédateurs**.
- 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 effets de la présence de panneaux photovoltaïques sur la pousse de l'herbe :

- 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**.

5.2.4 Sur l'emploi

Le projet de Christian Courtier permettra de créer de l'emploi agricole sur le territoire :

- 1 ETP avec l'installation de Christian Courtier
- Embauche d'un salarié à temps partiel à partir de juillet 2024 (estimation d'environ 15 h/semaine par les Chambres d'Agriculture Aube-Haute-Marne, soit 0,4 ETP (équivalent emploi temps plein)
- Des saisonniers complémentaires dès 2025 sur l'atelier framboises et dès 2026 sur les ateliers vigne et fraises
- 1 apprenti en BTS à partir de 2027 (fils de Christian Courtier)

Il y aura donc création d'au minimum 1,4 ETP sur le projet.

5.2.5 Bilan des effets positifs du projet sur l'économie agricole locale

Dans le tableau ci-dessous sont résumés les impacts positifs du projet de Rimaucourt sur l'économie agricole locale. Les données précisées sont les données annuelles moyennes estimées en année de croisière.

Le projet agrivoltaïque permettra l'installation d'un agriculteur et la création d'emploi sur le territoire, permettra la mise en place d'ateliers atypiques sur le territoire, à haute valeur ajoutée et avec des produits qui auront une valorisation locale en vente en directe et circuits-courts. Les parcelles du projet seront de plus converties en agriculture biologique (parcelles cultivées en conventionnel actuellement).

La partie expérimentale avec le suivi par les Chambres d'Agriculture Aube-Haute-Marne et la station d'expérimentation Planète Légumes permettra d'acquérir des références sur la production de framboise et la production de raisins sous ombrière photovoltaïque.

Tableau 7 – Tableau récapitulatif des effets positifs du projet sur le site de Rimaucourt

	Production agricole	Débouchés	Chiffre d'affaires (€)	Emploi	Synergies avec les panneaux photovoltaïques
Atelier fraises	630 kg	Vente en directe et circuits-courts sur le territoire locale (restauration collective, supermarchés locaux,...)	8 820	+1,4 ETP (minimum)	/
Atelier framboises	1 156 kg		17 342		- Irrigation en partie grâce à la récupération d'eau sur les panneaux
Atelier vignes	11 520 kg		43 661		- Protection contre les fortes pluies et la grêle
Atelier ovin	53 agneaux		7 049		- Acquisition de connaissances (expérimentation), impact sur le rendement et la qualité à déterminer
Bilan			76 872 €		Protection contre les intempéries et contre le stress thermique

5.3 Effets négatifs du projet agrivoltaïque de Rimaucourt

5.3.1 Effets négatifs du projet à l'échelle de la production primaire

Les effets négatifs du projet sur la production primaire du territoire ont été évalués en imaginant la **disparition des 11,25 ha actuellement dédiés à la production de grandes cultures**.

Les parcelles sont de bonne qualité agronomique mais la parcelle Est est de meilleure qualité que la parcelle Ouest.

Dans son étude pédologique, la Chambre d'Agriculture de Haute-Marne ont différencié les deux parcelles et calculé l'impact du projet à l'échelle de la production primaire (GAEC Courtier).

L'assolement moyen retenu pour le projet de Rimaucourt par la chambre d'agriculture est le suivant :

- 23,5% de colza
- 34% de blé
- 25% d'orge d'hiver
- 9% d'orge de printemps
- 8,5% de luzerne et légumineuses.

Les rendements moyens par parcelle et le chiffre d'affaires perdu par hectare de production par parcelle a été calculé par la Chambre d'Agriculture avec les paramètres suivants :

**Eléments de calcul du chiffre d'affaires potentiel
sur les sols de type G3 de RIMAUCOURT (îlot EST occupé par des cultures)**

	Rdt qx/ha	Prix moyen €/ql	Chiffre d'affaires €/ha de la culture	% de la surface labourée	Chiffre d'affaires €/ha de TL***
Colza	min 35 qx	36,6*	1 291	23.5	333
Blé d'hiver	min 60 qx	15.0*	900	34	315
Orge d'hiver	min 60 qx	14,6*	876	25	237
Orge de printemps	min 45 qx	17.0*	765	9	69
Luzerne et légumineuses	min 100 qx	10.0**	1 000	8.5	30
TOTAL				100	984

* Moyenne annuelle des observations sur 5 ans entre 2016 et 2020 renseignées par la Chambre Régionale d'agriculture du Grand Est (service économie) - ** Source biblio CA52- *** TL= Terres Labourables

**Eléments de calcul du chiffre d'affaires potentiel
sur les sols de type G2 et G3 de RIMAUCOURT (îlot OUEST occupé par des cultures)**

	Rdt qx/ha	Prix moyen €/ql	Chiffre d'affaires €/ha de la culture	% de la surface labourée	Chiffre d'affaires €/ha de TL***
Colza	31 qx	36,6*	1 134.6	23.5	266.6
Blé d'hiver	56 qx	15.0*	840	34	285.6
Orge d'hiver	56 qx	14,6*	817.6	25	204.4
Orge de printemps	43 qx	17.0*	731	9	65.6
Luzerne et légumineuses	90 qx	10.0**	900	8.5	76.5
TOTAL				100	899

* Moyenne annuelle des observations sur 5 ans entre 2016 et 2020 renseignées par la Chambre Régionale d'agriculture du Grand Est (service économie) - ** Source biblio CA52- *** TL= Terres Labourables

La parcelle Est a une surface de 4,35 ha et la parcelle Ouest de 6,90 ha. La perte de volume de production et de chiffre d'affaires à l'échelle du projet a été évaluée ci-dessous.

Tableau 8 – Perte de volume et de chiffre d'affaires à l'échelle de la production primaire sur le site de Rimaucourt

	Surface (ha)	Perte de volume (t)	Perte de chiffre d'affaires (€)
Parcelle Est	4,35	24,4	4 280,4
Parcelles Ouest	6,90	35,8	6 203,1
Total	11,25	60,2	10 483,5

Ainsi à l'échelle du GAEC COURTIER, la perte de 11,25 ha engendra une perte de 2,67% de sa surface agricole utile, de 60,2 t de céréales et oléoprotéagineux et d'environ **10 483,5 €/an**.

Cela ne provoquera pas de réorganisation de l'assolement de l'exploitation et n'impactera pas d'autres productions. L'exploitant a déclaré que cela n'impacterait pas l'emploi sur son exploitation.

5.3.2 Effets négatifs à l'échelle de la commercialisation

Le GAEC COURTIER commercialise ses productions au négoce SEPAC COMPAGRI et à la coopérative EMC2. La répartition de volume entre ces deux entités varie annuellement. Cependant, en attribuant 100% de la perte de volume à chacun d'entre eux, la perte sera négligeable.

En effet, la perte de 60,2 t/an de grandes cultures en collecte représenterait pour :

- SEPAC COMPAGRI : une perte inférieure à 0,012% de volume de collecte
- EMC2 : une perte inférieure à 0,009% de volume de collecte

L'emploi ne sera pas affecté par le projet dans ces structures.

5.3.3 Effets négatifs à l'échelle de la transformation

Les pertes de volume à l'échelle de l'emprise du projet auront un effet négligeable à l'échelle de la transformation. En effet, l'impact du projet sera négligeable à l'échelle des organismes de commercialisation et les productions perdues sont facilement substituables sur un marché mondial.

5.4 Synthèse globale des effets du projet

Le projet aura un effet négatif sur la filière grandes cultures avec la disparition de 11,25 ha dédiés à cette production. La perte de volume sera cependant minime au regard du volume de collecte des organismes négativement impactés par le projet. Les productions sont par ailleurs des productions conduites en agriculture conventionnelle et sans label sur un marché mondialisé.

Avec la mise en place du projet agrivoltaïque, la production de raisins, fraises, framboises et ovins sera destiné à un marché local en circuit court et aura donc un impact positif sur l'alimentation sur le territoire. De plus les productions seront conduites en agriculture biologique (sauf les framboises en pot qui seront produites en non traité), ce qui aura un moindre impact environnemental.

Le projet permettra de créer au minimum 1,4 emploi agricole sur le territoire avec l'installation d'un agriculteur et l'embauche d'un salarié à temps partiel. Il y aura de plus de l'emploi saisonniers supplémentaires lors des périodes de pic de travail.

Enfin, avec la mise en place du projet, il y aura un gain de chiffre d'affaires d'environ 66 388 € sur les parcelles du projet, en prenant uniquement en compte les revenus agricoles.

Tableau 9 – Evolution du chiffre d'affaires sur les parcelles du projet agrivoltaïque de Rimaucourt

	Chiffre d'affaires généré (€)
Situation avant projet	10 483,5
Situation pendant projet	76 872,0
Gain en chiffres d'affaires avec le projet agrivoltaïque	66 388,5

6 Effets cumulés avec d'autres projets connus

Agrosolutions a recensé les projets susceptibles d'avoir des effets cumulés avec le projet agrivoltaïque de Rimaucourt.

Comme précisé précédemment, seule la filière grandes cultures sera impactée négativement par le projet de Rimaucourt. Seuls les projets impactant cette filière ont donc été pris en compte ici.

Dans le périmètre rapproché du projet, à savoir les communes de la production primaire, aucun projet n'a été recensé.

Dans le périmètre éloigné du projet, nous considérons un rayon de 20 km autour des silos impactés par le projet (rayon de collecte moyen). Deux projets ont été recensés :

- Un projet de centrale photovoltaïque au sol sur la commune de Bologne. Ce projet impacte 8,2 ha de grandes cultures et est situé à 15 km du site du projet de Rimaucourt (avis de la MRAE de juillet 2022)
- Un projet d'exploitation de parc éolien sur les communes de Biesles et Bourdon-sur-Rognon. Ce projet impacte 7,9 ha de grandes cultures et est situé à 18 km du projet de Rimaucourt (avis de la MRAE de septembre 2018).

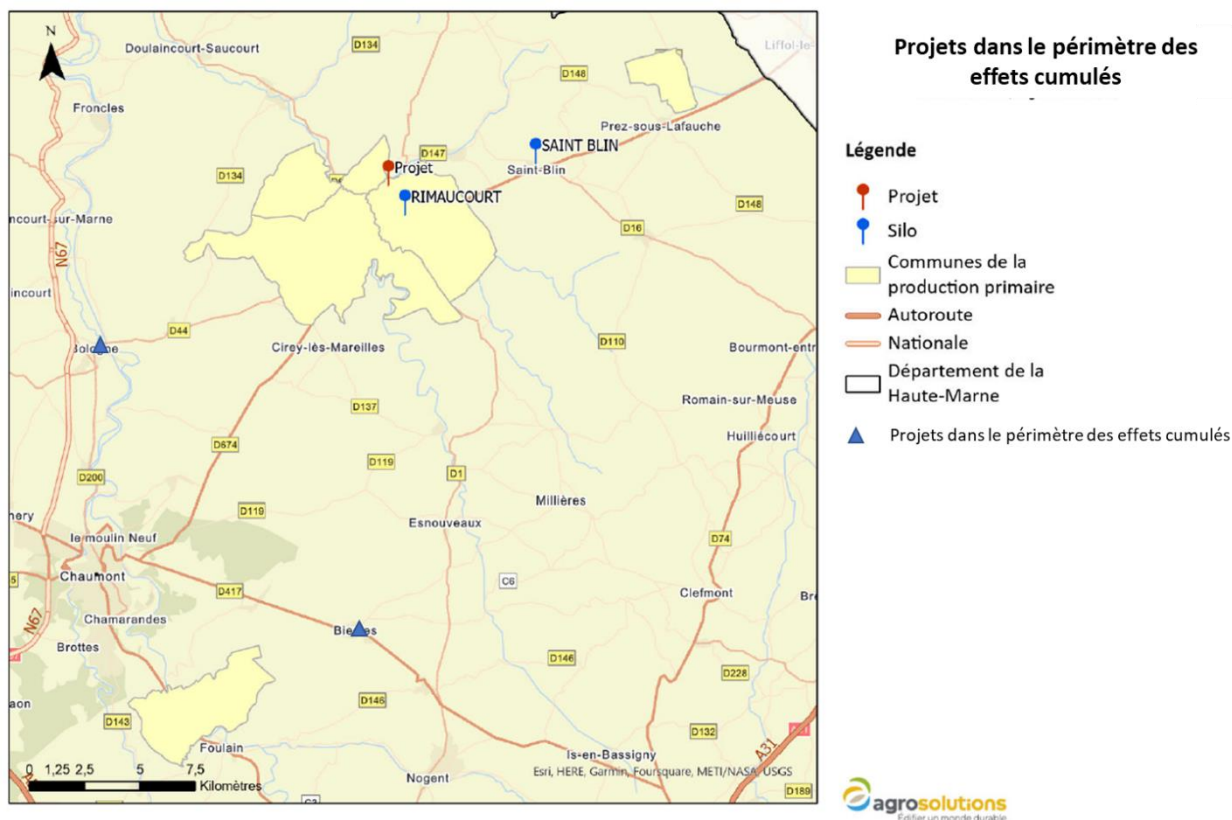


Figure 25 – Localisation des projets dans le périmètre des effets cumulés

Cela représente une surface cumulée de 16,1 ha (en plus des 11,25 ha du projet de Rimaucourt) impactant la filière grandes cultures localement.

7 Mesures de compensation collective

7.1 Méthodologie du calcul du montant de compensation collective

La méthode des PBS (Production Brute Standard) est utilisée pour calculer le montant de la compensation collective. Elle est communément admise dans la majorité des départements français aujourd'hui. Les coefficients de PBS représentent la valeur de la production potentielle par hectare, hors toute aide. Ils sont exprimés en euros. Leur valeur est régionalisée.

Selon cette méthode, il est considéré que, « quelle que soit l'utilisation antérieure du parcellaire agricole prélevé pour l'implantation du parc photovoltaïque, celui-ci est considéré comme ayant un produit brut total annuel à l'hectare correspondant à celui d'une exploitation ayant régionalement la même orientation technico-économique ».

La méthode de calcul utilisée est consultable dans la Figure 26. Etant donné que le projet sera un **projet d'agrivoltaïsme**, l'impact direct sera divisé en **deux impacts** : un **impact direct négatif**, lié à la perte de surface en grandes cultures, et un **impact positif**, lié à l'utilisation de la surface restante cultivable pour du pâturage ovin, de la production de raisin de table, de la production de framboise et de la production de fraises.

L'impact indirect est ensuite calculé en multipliant l'impact direct global par le **coefficient de valorisation de production primaire** estimée à **1,11 pour la région Grand-Est**. Ces coefficients régionaux sont produits annuellement par l'INSEE par branche d'activité (une moyenne pluriannuelle sur la période 2016-2020 a ici été prise en compte). L'impact global est la somme des impacts directs et indirects, multiplié par la durée des effets, fixée ici à 7 ans. Enfin, le montant de la compensation agricole est le montant de l'impact divisé par la **valeur créée par euro investi**, qui est estimé à **5,41 € pour la région Grand-Est**.

Tableau 10 – Calcul de la valeur créée par euro investi dans la région Grand-Est
(Source : Réseau d'information comptable agricole)

	2016	2017	2018	2019	2020	Moyenne 2016-2020
Production de l'exercice (k€) - PE	202,9	215,9	224,7	201,6	233,5	210,9
Subventions d'exploitation (k€) - SE	31,5	30,5	27,6	33,1	38,0	30,5
Dotations aux amortissements (k€) - DA	35,9	34,7	32,4	32,5	33,0	33,5
Ratio d'investissement (RI = DA/[PE - DA])	0,21	0,16	0,16	0,19	0,17	0,19
Valeur créée par euro investi (X = 1/RI)	4,77	5,34	6,08	5,18	5,92	5,41

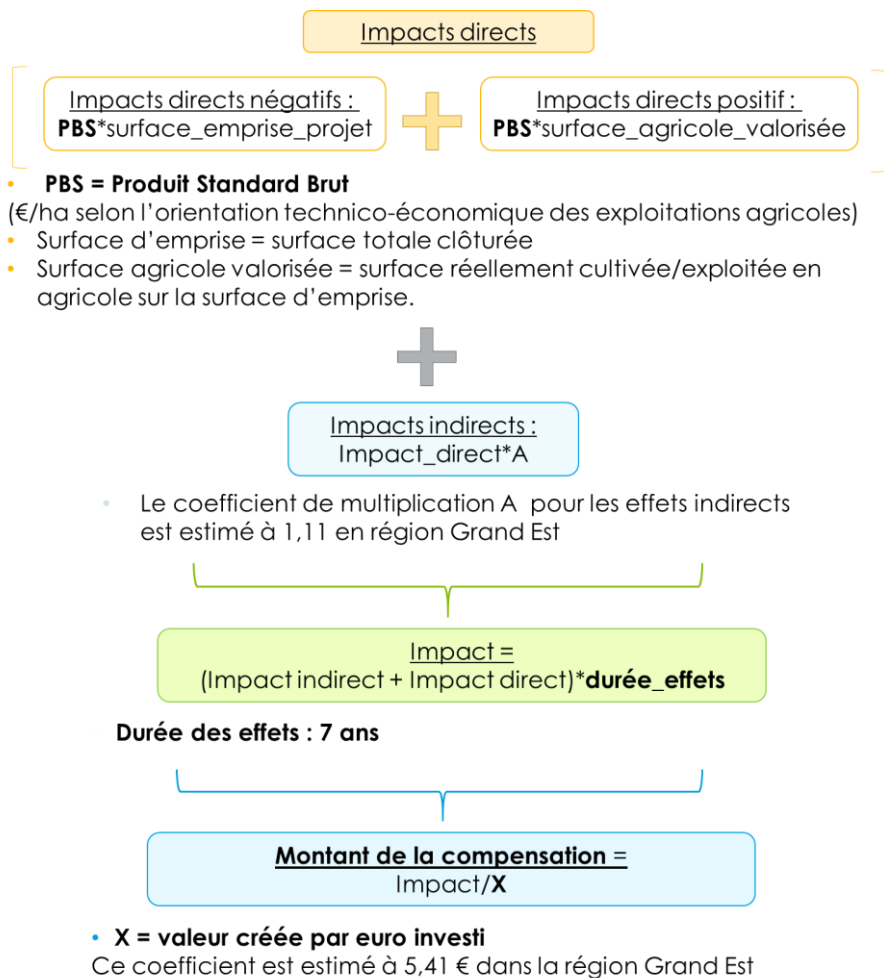


Figure 26 - Méthodologie de calcul de compensation agricole

Pour ces calculs, les valeurs de PBS utilisées sont :

- Les valeurs par OTEX (orientation technico-économique des exploitations agricoles) en Haute-Marne (Agreste, 2020)
- Les valeurs de la région Champagne-Ardenne (ancienne région) les plus récentes disponibles (Agreste, 2017).

Pour évaluer l'impact direct négatif sur l'activité agricole sur les parcelles du projet (perte des 11,25 ha de grandes cultures), le Produit Brut Standard « OTEX Polyculture-Polyélevage » étant donné que l'exploitation GAEC Courtier exploitant les terres est en polyculture-polyélevage (grandes cultures, fourrages, élevage bovin allaitant). La valeur utilisée pour évaluer la production est donc de 1 226,98 €/ha.

Tableau 11 - Valeur de Production Brute Standard Moyenne en Haute-Marne utilisée pour le calcul de l'impact direct négatif
 (Source : Agreste, Recensement agricole 2020)

	Valeur
Production brute standard – OTEX Polyculture-Polyélevage (€/ha)	1 226,98 €/ha

Pour évaluer l'impact direct positif, nous avons fait le choix de calculer la PBS de la future exploitation de Christian Courtier et d'utiliser la valeur moyenne de PBS de **3 709,84 €/ha** calculée ci-dessous. En effet, l'exploitation de Christian Courtier sera considérée comme étant en OTEX viticulture car 77% de la PBS de l'exploitation sera produit sur l'atelier vigne. En Haute-Marne, le PBS de l'OTEX viticulture est de 15 378,84 €/ha car le département a peu de surfaces en vignes (293 ha en 2020), principalement destinée à la production de vin, ce qui n'est pas représentatif de la future activité de Christian Courtier.

Tableau 12 - Valeurs de Productions Brutes Standards Moyennes en Champagne-Ardenne utilisées pour le calcul de l'impact direct positif
 (Source : Agreste, réseau d'information comptable agricole : RICA, 2017)

	Valeur unitaire (PBS)	Nombre têtes ou hectare par production	PBS (€/an)	PBS (%)
Ovins	138 €/tête	50	6 900	15%
Prairie	43 €/ha	9,25	398	1%
Framboises*	10 675 €/ha	0,23	2 455	5%
Fraises*	10 674 €/ha	0,07	747	2%
Raisins de tables et raisins secs	14 871 €/ha	2,3	34 203	77%
Jachère	0 €/ha	0,2	0	0%
Total (PBS en €/an)			44 704	100%
PBS moyen sur l'exploitation (€/ha)			3 709,84	

*Pour les fraises et framboises la catégorie de production utilisées est « Légumes frais, melons, fraises, de plein champ ou sous abri bas »

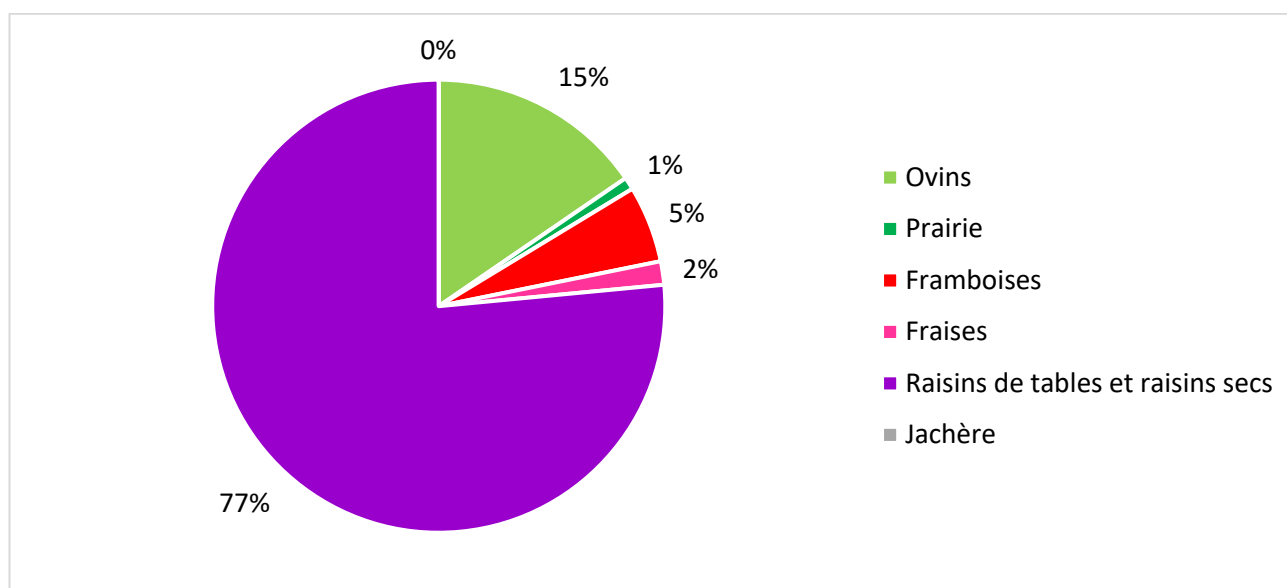


Figure 27 – Répartition de la valeur (% de PBS) par production sur la future exploitation de Christian Courtier

7.2 Calcul des impacts économiques du projet

Comme précisé précédemment, l'**impact direct négatif** du projet est ici calculé sur l'intégralité de la surface d'emprise agricole au sol du projet de 11,25 ha à partir de la PBS l'OTEX Polyculture-Polyélevage correspondant à l'exploitation GAEC Courtier exploitant actuellement les parcelles. La perte estimée pour l'amont agricole est donc de **-13 805,49 €/an**

L'**impact direct positif** est quant à lui calculé sur la surface cultivable sur le projet (surface d'emprise du projet duquel les pistes internes et bâtiments sont soustraits) de 9,94 ha à partir de la PBS moyenne calculée pour l'exploitation de Christian Courtier. Le projet permettrait de générer une valeur ajoutée de **+36 888,42 €/an** ($9,94 \times 3709,84$).

L'**impact direct total** du projet est donc estimé à **+23 082,93 €/an**. L'impact direct étant supérieur à 0, le projet agrivoltaïque de Rimaucourt aura un effet positif sur l'économie agricole locale et n'a pas besoin d'être compensé financièrement.

Tableau 13 – Calcul de l'impact économique direct

	Valeur
Surface d'emprise du projet (SE)	11,25 ha
PBS de l'OTEX Polyculture-Polyélevage (P1)	1 226,98 €/ha
Impact direct négatif (IDN = SE*P1)	13 805,49 €/an
Surface agricole exploitable dans la zone projet (SA)	9,94 ha
PBS de l'OTEX Polyculture-Polyélevage (P2)	3 709,84 €/ha
Impact direct positif (IDP = SA*P2)	36 888,42 €/an
Impact direct global (ID = IDP – IDN)	23 082,93 €/an

Nous pouvons ainsi conclure, que le projet agrivoltaïque ne génère pas d'impact négatifs notables et qu'il génère des impacts économiques positifs sur le territoire du projet. Le montant de compensation est donc nul.

Comme mentionné dans la Charte départementale de la Haute-Marne qui encadre le développement des projets photovoltaïques au sol, **un bilan devra être présenté à la CDPENAF au terme des 2 premières années d'exploitation** afin de **vérifier l'absence d'impact négatif du projet sur l'économie agricole locale** ainsi que les impacts agronomiques et écologiques sur la parcelle.

PHOTOSOL propose que le bilan après 2 années d'exploitations soit réalisé par les Chambres d'Agriculture Aube-Haute-Marne qui ont réalisé le prévisionnel économique. **Le projet devrait avoir des effets positifs** sur l'économie agricole locale. Cependant **si des effets négatifs sont constatés, PHOTOSOL proposera un montant de compensation a posteriori en accord avec la CDPENAF pour compenser ces éventuels impacts.**

8 Respect de la charte départementale encadrant les projets photovoltaïques au sol en Haute-Marne

Une charte relative à la mise en place de projets photovoltaïques au sol vient d'être établie en décembre 2022, par la Direction départementale des territoires de la Haute-Marne. De plus, un entretien avec Madame Vacher de la DDT de Haute-Marne, le 24 janvier 2022, a permis à Agrosolutions de bien comprendre les points clés pour la mise en place d'un projet photovoltaïque au sol sur ce département.

La charte est divisée en 3 parties. La première partie présente les principes applicables aux projets photovoltaïques et aborde la limitation de la consommation de foncier naturel, agricole et forestier, la préservation des paysages, l'intégration de la concertation territoriale lors de l'élaboration des projets et la remise en état des sites. La deuxième présente l'encadrement local des dérogations en espace agricole et prévoyant 2 cas :

- Cas n°1 : un projet agrivoltaïque
- Cas n°2 : un projet portant sur des terres à faible potentiel agronomique

Le projet agrivoltaïque de Rimaucourt correspond au cas n°1 qui prévoit une production agricole au cœur du projet économique, l'activité de production énergétique étant complémentaire à l'activité agricole. Le projet doit également respecter des conditions liées aux usages locaux. Enfin, la dernière partie 3 de la charte correspond à la mise en œuvre de la charte.

Le Tableau 14 résume les exigences de la charte pour un projet agrivoltaïque et évalue le respect du projet agrivoltaïque de Rimaucourt à cette charte.

Tableau 14 - Résumé des exigences agricoles pour un projet agrivoltaïque de la charte de la Haute-Marne et correspondance avec le projet

Exigences de la charte	Éléments du projet
L'activité agricole est au cœur du projet économique, la production énergétique est complémentaire de cette activité	La dimension agricole est ici au cœur du projet avec le déploiement de plusieurs ateliers agricoles sur les surfaces du projet :

	<ul style="list-style-type: none"> - Un atelier agrivoltaïque ovin - Un atelier agrivoltaïque vigne (dont expérimentation) - Un atelier agrivoltaïques framboise (dont expérimentation) - Un atelier fraise (sans panneaux photovoltaïques)
Evaluation de l'impact du projet sur l'exploitation	L'impact du projet aura un impact positif sur l'exploitation de Christian Courtier qui pourra s'installer grâce au projet et permettra la création d'1,4 emploi temps plein sur le territoire au minimum
Prise en compte de l'impact du projet en cas de projet situé dans une zone concernée par une AOP ou une AOC	Le projet de Rimaucourt se situe dans l'AOC Langres, comme une grande partie du territoire de la Haute Marne (cf. Figure 10) mais ce fromage est produit à partir de lait provenant de bovins et la production de cette AOC ne sera pas concernée par le projet, les parcelles concernées étant cultivées en grandes cultures par un exploitant ayant un atelier d'engraissement de bovins (pas de production de lait).
Le chiffre d'affaires agricole de l'exploitation ne devra pas être diminué de plus de 13%	<p>L'exploitation GAEC Courtier cultivant actuellement les parcelles ne sera par l'exploitation cultivant les parcelles du projet agrivoltaïque. En effet, Christian Courtier, propriétaire des parcelles, souhaite s'installer sur les parcelles du projet agrivoltaïque.</p> <p>Vincent Courtier, frère du propriétaire des parcelles et les exploitant actuellement, ne nous a pas communiqué son chiffre d'affaires. Cependant le projet viendra diminuer la SAU du GAEC Courtier de 2,7% (11,25 ha dans le projet, SAU de l'exploitation de 420 ha).</p> <p>Grâce au déploiement du projet agrivoltaïque, Christian courtier pourra quant à lui lancer son exploitation et aura donc un gain de chiffre d'affaires important. A noter que d'après l'étude économique réalisée par les Chambres d'Agriculture Aube-Haute-Marne, sans le projet agrivoltaïque, Christian Courtier ne pourrait pas s'installer car l'investissement initial (plants, matériel) ne pourrait pas être amorti.</p>
Absence d'impact négatif significatif sur le produit brut agricole de la parcelle, qui ne devra pas être diminué de plus de 30%	Le Produit Brut Standard des parcelles sera augmenté puisque l'activité agricole passera de grandes cultures à cultures de petits fruits à haute valeur ajoutée et atelier ovin (génération de plus de valeur économique) avec le projet et le changement d'exploitant.
Durabilité de l'activité agricole pour les exploitations engagées ou affectées par le projet, leur facilité de transmission, de conversion vers d'autres modèles agricoles	Le projet permettra à Christian courtier de s'installer et d'avoir un revenu stable lui permettant d'embaucher un salarié à temps partiel. De plus la présence de panneaux photovoltaïques lui permettra de protéger une partie de ses cultures des intempéries.

La partie ovine pourra facilement être transmise à un autre agriculteur dans le futur.

Pour les ateliers fraises, framboises et vignes, ce sont des cultures atypiques pour le territoire mais il s'agit d'un projet à long terme pour l'exploitant qui a par ailleurs un fils souhaitant lui aussi s'installer à terme.

9 Conclusion

Le projet de centrale agrivoltaïque mené par la société PHOTOSOL sur les communes de Rimaucourt et Vignes-la-Côte dans le département du Haute-Marne (52) a une emprise finale réduite au sol de 11,25 ha. La future centrale sera située sur des parcelles agricoles actuellement cultivées en grandes cultures en agriculture conventionnelle (pas de label ou de sigle de qualité).

Les parcelles sont actuellement exploitées par le GAEC Courtier qui perdra 2,67% de sa SAU avec le projet. Cela représente une perte de volume de grandes cultures d'environ 60,2 t/an et aura un impact négligeable sur les acteurs de la commercialisation sur le territoire. L'emploi agricole ne sera pas impacté.

Les parcelles sont la propriété de Christian Courtier (frère de l'exploitant actuel) et il souhaite en récupérer l'usage afin de pouvoir s'installer. Il a un projet atypique de production de fraises, framboises, raisins de tables et raisins sec et ovins viandes. Les cultures fruitières demandent d'importants besoins en investissements et afin d'avoir un projet économiquement viable, l'exploitant a contacté la société PHOTOSOL.

Le développeur s'est déclaré intéressé par le projet et a proposé de mettre en place des panneaux photovoltaïques adaptés à l'élevage ovin sur les 9,75 ha de prairie et de mettre en place un projet d'expérimentation avec des ombrières photovoltaïques sur les ateliers framboises et raisins de table. Le projet de Rimaucourt est donc un projet d'agrivoltaïsme.

Les Chambres d'Agriculture Aube-Haute-Marne et la station d'expérimentation Planète Légumes ont été contactés et ont déterminé avec PHOTOSOL le protocole d'expérimentation. Ces deux entités assureront également le suivi expérimental.

Les Chambres d'Agriculture Aube-Haute-Marne ont également réalisé une étude de potentiel agronomique des sols (potentiel agronomique bon pour le territoire d'étude) et en partenariat avec Planète Légume l'étude de faisabilité technico-économique du projet agrivoltaïque de Rimaucourt. L'étude conclut que le projet agricole de Rimaucourt ne pourrait exister sans association avec de la production d'énergie.

Le projet agricole permettra de générer au minimum 1,4 emploi temps plein sur le territoire (installation de l'agriculteur et embauche d'un salarié à temps partiel) et nécessitera l'utilisation de saisonniers lors des périodes de pic de production.

Les productions seront commercialisées en vente directe ou circuit-court et permettront une relocalisation de l'alimentation sur le territoire avec des productions pas ou peu produites sur le territoire Haut-Marnais (fraises, framboises, raisins de table).

La mise en place du projet permettra de générer un gain de chiffre d'affaires estimé à 66 388,5 € grâce à la mise en place de cultures à haute valeur ajoutée.

Par ailleurs, la Production Brute Standard (PBS) sur les parcelles évoluera de 1 226,98 €/ha (OTEX polyculture-polyélevage en Haute Marne, Agreste, 2020) à un PBS de 3 709,84 €/ha.

Le projet aura donc un impact positif sur l'économie agricole du territoire. Il n'est donc pas nécessaire d'affecter un montant de compensation au projet.

10 Références bibliographiques

Ademe. « Evaluation du gisement relatif aux zones délaissées et artificialisées propices à l'implantation de centrales photovoltaïques ». 2019. Consulté le 3/12/2022

<https://bibliothèque.ademe.fr/energies-renouvelables-reseaux-et-stockage/852-evaluation-du-gisement-relatif-aux-zones-delaissées-et-artificialisées-propices-a-l-implantation-de-centrales-photovoltaïques.html>

Agreste, Rapport « Filière ovine dans le Grand Est ». Février 2021. Consulté le 31/01/2022.

https://draaf.grand-est.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/2021-01-filiere_ovine_cle4d9ffd.pdf

AgriLocal52, la Haute-Marne dans votre assiette. « L'agriculture en Haute-Marne » Consulté le 27/01/2022

<https://www.agrilocal52.fr/page/l-agriculture-en-haute-marne/>

Chambre d'Agriculture du Haute-Marne. « L'agriculture dans le Haute-Marne ». 2012. Consulté le 20/11/2022

https://Haute-Marne.chambre-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/Occitanie/070_Inst-Haute-Marne/Documents/Presentation/Tableaux_de_bord/Agriculture_dans_le_Haute-Marne_Edition_2012.pdf

Chambre d'agriculture de Haute-Marne, « Agriculture de Haute-Marne », d'après Agreste 2017. Consulté le 27/01/2021

<https://haute-marne.chambre-agriculture.fr/enregistrements-locaux/interface/menus/menu-acces-pratique/agriculture-de-haute-marne/>

Chambre d'Agriculture Haute-Marne, Article « OVINS ET CAPRINS, Conseil technique et technico-économique en élevages de petits ruminants »

<https://haute-marne.chambre-agriculture.fr/techniques-et-innovations/conseils-en-elevage/ovins-et-caprins/#:~:text=En%20Haute%2DMarne%2C%20on%20retrouve,dans%20des%20exploitations%20plut%C3%B4t%20c%C3%A9r%C3%A9ali%C3%A8res.>

Département de la Haute-Marne, « Agriculture ». Consulté le 27/12/2022

<https://haute-marne.fr/fr/les-missions/environnement/agriculture-et-forets/>

Département du Haute-Marne. Carte « Petites régions agricoles ». Juin 2016. Consulté le 23/11/2022

http://www.Haute-Marne.gouv.fr/IMG/pdf/petites_regions_agricoles_2016-2.pdf

Département du Haute-Marne. « Charte départementale pour un développement maîtrisé et concerté des projets photovoltaïques au sol en Haute-Marne » Consulté le 25/01/2023

https://www.haute-marne.gouv.fr/contenu/telechargement/21256/174121/file/221201_Charte_Signee.pdf

DRAAF Grand-Est. « Fiche territoriale synthétique RA 2020 « Haute-Marne » ». Consulté le 27/12/2022.

https://draaf.grand-est.agriculture.gouv.fr/IMG/html/fts_ra2020_haute_marne.html

DREAL Occitanie. « Territorialisation des ENR dans la planification ». 2019. Consulté le 03/12/2022

https://planifions-ensemble.fr/sites/default/files/contribution_files/20190627_note_dreal_occ-da_sur_territorialisation_des_enr.pdf

IDELE. Rapport « Alimentation des ovins : rations moyennes et niveaux d'autonomie alimentaire ». Juin 2014. Consulté le 03/12/2021

https://idele.fr/?eID=cmis_download&oID=workspace://SpacesStore/c79c919d-179a-4358-87e4-119ffc8b9316

INAO, Institut National de l'origine et de la qualité. Plateforme de recherche des appellations par commune. Consulté le 27/01/2022

<https://www.inao.gouv.fr/>

Institut de l'élevage et INTERBEV. « Comprendre les enjeux environnementaux de l'élevage ovin : un Vademecum pour la filière allaitante ». 2014

https://www.inn-ovin.fr/wp-content/uploads/2017/10/Comprendre-enjeux-environnementaux-elevage-ovin_BD.pdf

Ministère de la transition écologique, Communiqué de presse « Déplacement de Julien Denormandie et Bérangère Abba dans la Haute-Marne (52) le lundi 06 décembre 2021 ». Décembre 2021. Consulté le 31/01/2022

<https://www.ecologie.gouv.fr/deplacement-julien-denormandie-et-berangere-abba-dans-haute-marne-52-lundi-06-decembre-2021>

http://www.grand-est.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/2021-panorama_enr-vf.pdf

Annexes

Annexe 1 : Textes de base

1. Loi d'avenir pour l'Agriculture, l'Alimentation et la Forêt n°2014-1170 du 13 octobre 2014, publiée au JORF du 14 octobre 2014, article 28 :https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexteArticle.do;jsessionid=25E37542D5D273EA3A2087924AAE0DA7.tpdila16v_3?idArticle=JORFARTI000029573356&cidTexte=JORFTEXT000029573022&dateTexte=29990101&categorieLien=id

I.-Après l'article L. 112-1-1 du même code, il est inséré un article L. 112-1-3 ainsi rédigé :

« Art. L. 112-1-3.-Les projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements publics et privés qui, par leur nature, leurs dimensions ou leur localisation, sont susceptibles d'avoir des conséquences négatives importantes sur l'économie agricole font l'objet d'une étude préalable comprenant au minimum une description du projet, une analyse de l'état initial de l'économie agricole du territoire concerné, l'étude des effets du projet sur celle-ci, les mesures envisagées pour éviter et réduire les effets négatifs notables du projet ainsi que des mesures de compensation collective visant à consolider l'économie agricole du territoire.
« L'étude préalable et les mesures de compensation sont prises en charge par le maître d'ouvrage.
« Un décret détermine les modalités d'application du présent article, en précisant, notamment, les projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements publics et privés qui doivent faire l'objet d'une étude préalable. »

II.-Le I entre en vigueur à une date fixée par décret, et au plus tard le 1er janvier 2016.

2. Décret n°2016-1190 du 31 août 2016, relatif à l'étude préalable agricole et aux mesures de compensation agricole, publié au JORF du 2 septembre 2016.

« JORF n°0204 du 2 septembre 2016

Texte n°19

Décret n° 2016-1190 du 31 août 2016 relatif à l'étude préalable et aux mesures de compensation prévues à l'article L. 112-1-3 du code rural et de la pêche maritime

NOR: AGRT1603920D

ELI:<https://www.legifrance.gouv.fr/eli/decret/2016/8/31/AGRT1603920D/jo/texte>

Alias: <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/decret/2016/8/31/2016-1190/jo/texte>

Publics concernés : maîtres d'ouvrage publics et privés.

Objet : étude préalable et mesures de compensation collective agricole.

Entrée en vigueur : le décret est applicable aux projets de travaux, ouvrages ou aménagements publics et privés pour lesquels l'étude d'impact prévue à l'article L. 122-1 du code de l'environnement a été transmise à l'autorité compétente à compter du 1er novembre 2016.

Notice : le décret précise les cas et conditions de réalisation de l'étude préalable qui doit être réalisée par le maître d'ouvrage d'un projet de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements susceptible d'avoir des conséquences négatives importantes sur l'économie agricole. Cette étude comporte notamment les mesures envisagées par le maître d'ouvrage pour éviter et réduire les effets négatifs notables du projet ainsi que des mesures de compensation permettant de consolider l'économie agricole du territoire.

Références : le code rural et de la pêche maritime peut être consulté, dans sa rédaction issue de cette modification, sur le site Légifrance (<http://www.legifrance.gouv.fr>).

Le Premier ministre,

Sur le rapport du ministre de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt, porte-parole du Gouvernement,

Vu le code de l'environnement, notamment ses articles L. 122-1 et R. 122-2 ;

Vu le code rural et de la pêche maritime, notamment ses articles L. 112-1-1 à L. 112 1-3 et L. 181-10 ;

Vu les avis du Conseil national d'évaluation des normes en date des 9 juin 2016 et 7 juillet 2016 ;

Après avis du Conseil d'Etat (section des travaux publics),

Décète :

Article 1

La section 1 du chapitre II du titre Ier du livre Ier du code rural et de la pêche maritime (partie réglementaire) est complétée par une sous-section 5 ainsi rédigée :

« Sous-section 5

« Compensation collective visant à consolider l'économie agricole du territoire

« Art. D. 112-1-18.-I.-Font l'objet de l'étude préalable prévue au premier alinéa de l'article L. 112-1-3 les projets de travaux, ouvrages ou aménagements publics et privés soumis, par leur nature, leurs dimensions ou leur localisation, à une étude d'impact de façon systématique dans les conditions prévues à l'article R. 122-2 du code de l'environnement et répondant aux conditions suivantes :

«-leur emprise est située en tout ou partie soit sur une zone agricole, forestière ou naturelle, délimitée par un document d'urbanisme opposable et qui est ou a été affectée à une activité agricole au sens de l'article L. 311-1 dans les cinq années précédant la date de dépôt du dossier de demande d'autorisation, d'approbation ou d'adoption du projet, soit sur une zone à urbaniser délimitée par un document d'urbanisme opposable qui est ou a été affectée à une activité agricole au sens de l'article L. 311-1 dans les trois années précédant la date de dépôt du dossier de demande d'autorisation, d'approbation ou d'adoption du projet, soit, en l'absence de document

d'urbanisme délimitant ces zones, sur toute surface qui est ou a été affectée à une activité agricole dans les cinq années précédant la date de dépôt du dossier de demande d'autorisation, d'approbation ou d'adoption du projet ;

«-la surface prélevée de manière définitive sur les zones mentionnées à l'alinéa précédent est supérieure ou égale à un seuil fixé par défaut à cinq hectares. Par arrêté pris après avis de la commission prévue aux articles L. 112-1-1, L. 112-1-2 et L. 181-10, le préfet peut déroger à ce seuil en fixant un ou plusieurs seuils départementaux compris entre un et dix hectares, tenant notamment compte des types de production et de leur valeur ajoutée. Lorsque la surface prélevée s'étend sur plusieurs départements, le seuil retenu est le seuil le plus bas des seuils applicables dans les différents départements concernés.

« II.-Lorsqu'un projet est constitué de plusieurs travaux, installations, ouvrages ou autres interventions au sens du dernier alinéa du III de l'article L. 122-1 du code de l'environnement, la surface mentionnée à l'alinéa précédent correspond à celle prélevée pour la réalisation de l'ensemble du projet.

« Art. D. 112-1-19.-L'étude préalable comprend :

« 1° Une description du projet et la délimitation du territoire concerné ;

« 2° Une analyse de l'état initial de l'économie agricole du territoire concerné. Elle porte sur la production agricole primaire, la première transformation et la commercialisation par les exploitants agricoles et justifie le périmètre retenu par l'étude ;

« 3° L'étude des effets positifs et négatifs du projet sur l'économie agricole de ce territoire. Elle intègre une évaluation de l'impact sur l'emploi ainsi qu'une évaluation financière globale des impacts, y compris les effets cumulés avec d'autres projets connus ;

« 4° Les mesures envisagées et retenues 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. L'étude tient compte des bénéfices, pour l'économie agricole du territoire concerné, qui pourront résulter des procédures d'aménagement foncier mentionnées aux articles L. 121-1 et suivants ;

« 5° Le cas échéant, les mesures de compensation collective envisagées pour consolider l'économie agricole du territoire concerné, l'évaluation de leur coût et les modalités de leur mise en œuvre.

« Dans le cas mentionné au II de l'article D. 112-1-18, l'étude préalable porte sur l'ensemble du projet. A cet effet, lorsque sa réalisation est fractionnée dans le temps, l'étude préalable de chacun des projets comporte une appréciation des impacts de l'ensemble des projets. Lorsque les travaux sont réalisés par des maîtres d'ouvrage différents, ceux-ci peuvent demander au préfet de leur préciser les autres projets pour qu'ils en tiennent compte.

« Art. D. 112-1-20.-Les documents évaluant les impacts des projets sur l'environnement prescrits par le code de l'environnement tiennent lieu de l'étude préalable prévue à l'article D. 112-1-19 s'ils satisfont à ses prescriptions.

« Art. D. 112-1-21.-I.-L'étude préalable est adressée par le maître d'ouvrage au préfet par tout moyen permettant de rapporter la preuve de sa date de réception.

« Le préfet transmet l'étude préalable, y compris lorsqu'elle est établie sous la forme mentionnée à l'article D. 112-1-20, à la commission prévue aux articles L. 112-1-1, L. 112-1-2 et L. 181-10 qui émet un avis motivé sur l'existence d'effets négatifs notables du projet sur l'économie agricole, sur la nécessité de mesures de compensation collective et sur la pertinence et la proportionnalité des mesures proposées par le maître d'ouvrage. Le cas échéant, la commission propose des adaptations ou des compléments à ces mesures et émet des recommandations sur les modalités de leur mise en œuvre. A l'expiration d'un délai de deux mois à compter de sa saisine, l'absence d'avis sur les mesures de compensation proposées vaut absence d'observation.

« II.-Lorsque les conséquences négatives des projets de travaux, ouvrages ou aménagements publics et privés sont susceptibles d'affecter l'économie agricole de plusieurs départements, le maître d'ouvrage adresse l'étude préalable au préfet du département dans lequel se situent la majorité des surfaces prélevées, qui procède à la consultation des préfets des autres départements concernés par le projet et recueille leurs avis, rendus après consultation dans chaque département de la commission prévue aux articles L. 112-1-1, L. 112-1-2 et L. 181-10. Il peut prolonger le délai prévu à l'alinéa précédent d'un mois en cas de besoin.

« III.-Le préfet notifie au maître d'ouvrage son avis motivé sur l'étude préalable dans un délai de quatre mois à compter de la réception du dossier ainsi que, le cas échéant, à l'autorité décisionnaire du projet. Lorsque l'avis de plusieurs préfets est requis en application du II du présent article, le préfet du département dans lequel se situe la majorité des surfaces prélevées est chargé de la notification de ces avis dans les mêmes conditions.

« A défaut d'avis formulé dans ce délai, le préfet est réputé n'avoir aucune observation à formuler sur l'étude préalable.

« Lorsque le préfet estime que l'importance des conséquences négatives du projet sur l'économie agricole impose la réalisation de mesures de compensation collective, son avis et l'étude préalable sont publiés sur le site internet de la préfecture. Lorsque l'avis de plusieurs préfets est requis en application du II du présent article, les avis des préfets des départements et l'étude préalable sont publiés sur le site internet de chacune des préfectures des départements concernés par le projet dès lors que l'un des préfets consultés estime que l'importance des conséquences négatives du projet sur l'économie agricole impose la réalisation de mesures de compensation collective.

« Art. D. 112-1-22.-Le maître d'ouvrage informe le préfet de la mise en œuvre des mesures de compensation collective selon une périodicité adaptée à leur nature. »

Article 2

Le présent décret est applicable aux projets de travaux, ouvrages ou aménagements publics et privés pour lesquels l'étude d'impact prévue à l'article L. 122-1 du code de l'environnement a été transmise à l'autorité administrative de l'Etat compétente en matière d'environnement définie à l'article R. 122-6 du code de l'environnement à compter du premier jour du troisième mois suivant celui de sa publication au Journal officiel de la République française.

Article 3

Le ministre de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt, porte-parole du Gouvernement, est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait le 31 août 2016.

Manuel Valls

Par le Premier ministre :

Le ministre de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt, porte-parole du Gouvernement,

Stéphane Le Foll

3. Instruction ministérielle, datée du 22 septembre 2016 dont le numéro est n° 2016-761, explique certaines dispositions du décret sus évoqué.

Annexe 2 : Résumé de l'entretien avec les agriculteurs impactés par le projet

L'entretien a été mené de manière simultanée avec :

- L'exploitant actuel des parcelles, Vincent Courtier, au nom du GAEC Courtier -> réponses en bleu
- Le propriétaire des parcelles et le futur exploitant agrivoltaïque sur le site, Christian Courtier (frère de Vincent Courtier) -> réponses en vert

1. Informations sur l'exploitation en général :

- Nom de l'exploitant et des associés, numéros de téléphone, adresses e-mails :
 Exploitant actuel, locataire des terres : Vincent Courtier – 06 88 46 13 86 vincent.courtier52@gmail.com
 Futur exploitant propriétaire des terres : Christian Courtier - 06 81 91 89 90 - christian.courtier2016@orange.fr
- Nom de l'exploitation et forme juridique (s'il y en a plusieurs, toutes les indiquer) : Le GAEC Courtier (exploitation actuelle)
- Nombre d'emplois temps plein sur l'exploitation : 2 associés, Vincent Courtier et Xavier Lefevre (son cousin)
- SAU totale : 420 ha + 320 bovins (dont 100 vaches allaitantes)
- Liste des communes sur lesquelles se situent les parcelles de l'exploitation : Andelot-Blancheville, Rimaucourt, Signéville, La Fauche, Luzy sur marne
- Etes-vous adhérent d'une CUMA ? Si oui quel matériel utilisez-vous ? Oui, 2 CUMA, déchaumeur, aplatisseur à céréales, métayère, broyeur à caillou (principalement des outils de sol)
- Avez-vous des infrastructures en commun (silos, salle de traite, magasin...) ? Non
- Réalisez-vous des échanges avec des producteurs du territoire (paille-fumier...) ? Cela peut arriver quelques fois quand un agriculteur a besoin de paille – pour dépanner. M. Courtier est autonome au niveau fourrage et achète très peu à l'extérieur. Les céréales produites sur l'exploitation sont destinées pour partie aux bêtes et une autre vendu au négoce.
- Avez-vous d'autres interactions collectives avec d'autres activités agricoles ? Projet commun avec d'autres partenaires agricoles ? (association, GIEE...)
 - o Agroleague pour semis direct et interculture.
 - o Travail sur l'impact carbone
 - o Démarche qualité Bleu Blanc Cœur
 - o Agriculture biologique sur les 27 ha de Luzy (luzerne).
- **Assolement 2020-2021**, préciser les cultures de vente ainsi que les surfaces en jachère, prairie :

Culture	Surface (ha)	Débouchés (si connus)	Stockage/ Commercialisation	Caractéristiques du débouché (AB, label, charte...)	1 ^{ère} transformation, entreprise et localisation (si connus)
Blé	60	Vente	SEPAC / EMC2	Standard	Non connu car diversifié
Orge d'hiver	40	50% Autoconsommation 50% vente		Brasserie	
Orge de printemps	60	Vente		Brasserie	
Colza	10	Vente		Standard	
Tournesol	30	Vente		Standard	
Pois de printemps	20	Vente		Standard	
Prairie temporaire	20				

Luzerne	35			Dont 27 En agriculture biologique	
Prairie permanente	145				

- Elevage (si concerné)

Types d'animaux	Effectif	Production (nombre d'animaux vendus, quantité de lait...)	Débouché	Caractéristiques du débouché (AB, label, charte...)	1 ^{ère} transformation, entreprise et localisation (si connus)
Taurillons	320	25	Marchand de bestiaux (lauren betail, taboureux)	Standard	Bigard pour ce qui est vendu à Taboureux
Broutards		15	Marchand de bestiaux (lauren betail, taboureux)	Standard	Bigard pour ce qui est vendu à Taboureux
Génisses		25 + 10	25 pour Leclerc 10 en vente direct	Bleue blanc cœur	
Vache de réforme		15	Marchand de bestiaux (lauren betail, taboureux)	Standard	Bigard pour ce qui est vendu à Taboureux

2. Concernant les parcelles sur l'emprise du projet uniquement :

- Combien de parcelles sont impactées ? 2 (l'une en face de l'autre séparée par une route)
- Quelle surface totale ? 12 ha (4.5 + 7.5)
- Les parcelles sont-elles proches du siège de l'exploitation ? Sont-elles faciles d'accès ? 5 km du siège, facilité d'accès car en bord de route
- Quelle est l'utilisation habituelle de ces parcelles ? (Rotation et pourcentage moyen alloué par culture, soit par parcelle, soit au total sur l'emprise) (ex : colza-blé-blé-orge = 25% colza, 50% blé, 25% orge. Cela nous servira à calculer les tonnages moyen perdu par l'exploitation sur ces cultures annuellement)
Blé, pois de printemps, blé, tournesol (50% blé – 25% pois - 25% colza ou tournesol)
- Comment décririez-vous la valeur agronomique de ces parcelles par rapport au reste de votre exploitation ?

Argileux potentiel correct / certains endroits très argileux qui peuvent rendre difficile le travail du sol

Selon l'étude des Chambres d'agriculture :

- o «Sur l'îlot Est, la majorité des relevés à la tarière laisse penser à des sols de type G3 en raison de l'épaisseur du sol et du niveau du faible niveau de pierrosité. Par ailleurs, les tests du boudin ont amené à juger la terre comme à tendance argileuse car les boudins pouvait être arqué sans se briser.
- o Sur l'îlot Ouest, la moitié des relevés à la tarière laisse penser à des sols de type G2 en raison de la faible épaisseur de sol et de la pierrosité assez élevée, il s'agit principalement de la moitié occidentale de l'îlot. L'autre moitié, principalement le sud-est de cet îlot, laisse préjuger de sols de type G3 en raison de leur épaisseur et du faible niveau de pierrosité. »

Au regard des résultats de l'étude pédologique, le site présente un bon potentiel agronomique au regard de la majorité des sols du BARROIS et de HAUTE-MARNE.

- Pour les parcelles concernées par le projet, pourriez-vous indiquer le type de sol (limon, argilo-calcaire...), la profondeur de sol, le pourcentage d'élément grossiers, ... Si plusieurs types de sol, merci d'indiquer les parcelles concernées.

Ci-dessous, le tableau issu de l'étude des Chambres d'agriculture :

Synthèse des résultats d'analyse de terre

Indicateurs	unité	îlot EST		îlot OUEST			Repères
		maillage 2	maillage 5	maillage 5	maillage 17	maillage 23	
Taux d'argiles	%	42.5	33.4	47.8	42.1	34.4	
Taux de limons	%	40.6	53.3	32.5	40.8	32.3	
Texture		argile	argile limono sableuse	argile	argile	argile limono sableuse	
Risque de battance		faible	faible	faible	faible	faible	
CEC	meq/100g	24	19.4	27.9	26.7	23.9	20 et 40 ¹
Taux de saturation	%	> 100	>100	>100	>100	>100	>100 ²
Matières organiques	%	3.3	3.3	5.3	4.7	5.9	1 à 5 %
P ₂ O ₅ (olsen)	mg/kg	81	90	99	103	135	60 ³
K ₂ O	mg/kg	465	329	566	445	582	250 et 350 ⁴
Rapport K ₂ O/MgO		2.18	1.62	2.47	2.15	2.62	2 à 3 ⁵

- Quel est le rendement moyen en blé sur votre exploitation ? Quels sont les rendements moyens sur ces parcelles ? (Habituellement, nous prenons les moyennes départementales comme référence. Avoir les rendements moyens réels nous permettra de mieux calculer l'impact économique réel)

Blé : 65 q/ha

Pois de printemps : 30 q/ha

Tournesol : 24 q/ha

Orge hiver / printemps : 65 q/ha

Colza : 28 q/ha

- Si concerné : Vers quel(s) silo(s) la production de ces parcelles est-elle dirigée ? Contact d'une personne (nom, numéro de téléphone portable et adresse mail si possible) qui pourra m'indiquer le volume de collecte, rayon de collecte, débouchés des productions... Idéalement le responsable du silo (l'impact sur l'économie agricole s'évalue sur l'ensemble de la filière, notamment sur l'activité des silos).

Silo SEPAC de RIMAUCOURT

- Si concerné : Vers quel(s) abattoir(s) la production de ces parcelles est-elle dirigée ? Contact d'une personne (nom, numéro de téléphone portable et adresse mail si possible) qui pourra m'indiquer le volume de production, rayon d'approvisionnement, débouchés des productions... Idéalement le responsable du silo (l'impact sur l'économie agricole s'évalue sur l'ensemble de la filière, notamment sur l'activité des silos).

NC - Pas d'impact sur la production de viande car cultures de vente

- Quelles aides PAC recevez-vous sur les parcelles et quel est leur montant par hectare ?

200 euros / ha (en prenant en compte le 2eme pilier et la diversité de l'assolement)

3. Impacts du projet sur votre exploitation (négatifs et positifs) :

- Quel est l'impact du projet sur vos productions végétales ? (réorganisation de l'assolement, arrêt d'une culture,...)

Pas d'impact sur les cultures sur la réorganisation de l'assolement – perte de culture même raisonnement mais avec 12 ha de moins (juste perte proportionnelle de production sur 12 ha).

- Quel est l'impact du projet sur vos productions animales ? (diminution du troupeau, arrêt d'une partie de l'élevage, diminution du stock fourrager, diminution de la surface d'épandage, démarrage d'une activité d'élevage...)

12 ha de paille en moins (Environ 3t/hectare de paille de blé soit une perte de 42t de paille au global), sera un peu court en paille avec la perte de cette surface, avait un petit surplus aujourd'hui avec cette surface
Tournesol = broyé et retour au sol, pas d'impact sur les productions animales
Pois = restitué au sol, pas d'impact sur les productions animales.

- Quel est l'impact du projet sur votre utilisation du matériel en commun ?

Aucun, car 12 ha en moins n'est pas significatif. Toujours dans la même fourchette.

- Quel est l'impact du projet sur le fonctionnement des infrastructures en commun ? (silos, salle de traite, magasin...)

Non concerné

- Quel est l'impact du projet sur l'emploi des personnes travaillant sur votre exploitation ?

Aucun.

- Comment le projet va-t-il affecter votre revenu ?

Oui il y a un impact. Les aides PAC en moins et la marge à l'hectare d'environ 400€ à 500€/ha selon l'année et le type de culture.

- Autres impacts potentiels : perte de droits d'irrigation, création d'enclave, moindre accessibilité des parcelles ?

Non. Perte du DPU (Le droit au paiement unique)

- Souhaitez continuer à cultiver/utiliser les parcelles en agrivoltaïsme ? Si oui, comment envisagez-vous l'utilisation future de ces parcelles ?

Le projet sur ces 2 parcelles est destiné à M. Christian Courtier (frère de l'exploitant actuel) qui est propriétaire des terres.

Entretien avec Christian Courtier pour le projet agrivoltaïque :

C'est un projet de reconversion professionnel. Pour cela il a effectué un parcours de formation sur la vigne et le greffage avec la chambre d'agriculture pour valider le plan de professionnalisation personnalisé. Son projet est validé par la préfecture et la communauté de commune Meuse Rognon ainsi que la commune de RIMAUCOURT. Par ailleurs, il intègre la démarche Ferme du futur proposée par la région Grand Est pour être accompagné dans son projet innovant, en cohérence avec le SRADET. L'objectif est de mettre en place un projet au cœur de la région Grand Est avec des circuits très court, basé sur plusieurs productions :

- o **Les fraises**

Les fraises pourront être prises directement sur la parcelle en mode cueillette.

Commercialisation de proximité : établissement scolaire, EPAHD, réseau bio de proximité (Magasin côté bio à 25 km)

Variété très résistante. Les variétés test ont bien résisté cette année. Il y aura 6 variétés d'implantées. L'objectif est d'utiliser 0 phyto. Dans le programme ferme du futur il est prévu de coupler à des capteurs d'humectation foliaire pour une démarche préventive et non curative des maladies.

- o **Le raisin de table**

Porte greffe labelisé vitipeps

Utilisation du site également à des fins expérimentales (recherche et développement, innovation). Par exemple, étudier comment la qualité des raisins est influencée par la lumière. (Peau plus fine pur raisin cultivé sous serre).

- o **Les raisins secs**

Mise en place d'une activité de transformation en raisin sec. L'objectif est de faire de la qualité pour un marché de niche (chef pâtissier, orienté haut de gamme) plutôt que de la quantité.

- Une activité brebis avec du pâturage ovin sur les zones qui seront converties en prairies et pour nettoyage de la vigne hors production (désherbage) :
 - Amendement naturel de la parcelle
 - Limiter les adventices dans les vignes
 - Eviter la mécanisation des vignes

Les panneaux vont venir s'adapter à la culture et pas l'inverse.

Les vignes seront implantées sur la parcelle ouest qui est la plus grande sur le Maillage 17 à 23 car il y a une tendance argileuse mono sableuse, une capacité d'échange de nutriments et aussi une adéquation avec le porte greffe SO4 qu'il souhaite mettre. La vigne ne sera pas implantée sur la partie Est pour une question d'exposition. Les fraises seront implantées sur la partie Est sur le maillage 5.

La ressource financière qu'apportera les panneaux est essentielle pour l'aider à financer cette reconversion car il n'a pas le droit aux aides jeunes agriculteurs.

Pour la diversification plutôt que des haies, réflexion sur la mise en place d'houblonnière. Il n'y en a pas actuellement sur le territoire mais pourrait approvisionner les brasseries locales.

- Quel est l'impact du projet sur le fonctionnement global de votre exploitation ?

Impact économique de la perte des 12 ha avec une perte proportionnelles de chiffre d'affaire pour le GAEC Courtier.

- Quels sont pour votre exploitations les avantages et les inconvénients de ce projet ?

NC

4. Mécanisation (uniquement si l'exploitant agricole souhaite continuer à cultiver les parcelles entre les panneaux photovoltaïques):

- Pour l'activité agricole envisagée entre les panneaux, quels engins agricoles possédez-vous sur votre exploitation ?
Quelles sont leurs dimensions ?

Projet non mécanisé :

- Brebis
- Travail des hommes (Création de 2 temps partiels prévu)

Volonté d'être dès le début avec un impact carbone nul

Annexe 3 : Etude pédologique – Site de projet d’implantation d’un parc photovoltaïque à Rimaucourt (source Chambre d’Agriculture de Haute-Marne)

1

Etude pédologique

Site de projet d’implantation d’un parc photovoltaïque à RIMAU COURT

1. Rappel de la commande
2. Localisation du site
3. Environnement pédologique et agronomique
4. Méthodologie
5. Observations réalisées
 - 5.1- Les relevés à la tarière et tests du boudin
 - 5.2- Les résultats d’analyse de sols
 - 5.3- Le relevé floristique
6. Valeur agronomique et potentiel de revenu
7. Conclusions

Annexes

1. Photographies des observations réalisées à la tarière sur le site EST
2. Photographies des observations réalisées à la tarière sur le site OUEST
3. Résultats des analyses de sol

**aGRICULTURES
& TERRITOIRES**
CHAMBRE D'AGRICULTURE
HAUTE-MARNE

Contact :
gconil@haute-marne.chambagri.fr
03.25.35.03.12



1- Rappel de la commande

La société PHOTOSOL envisage l'implantation d'un parc photovoltaïque au sol à RIMAUCOURT, en Haute-Marne sur des parcelles agricoles. La zone d'étude du projet concerne une douzaine d'hectares de grandes cultures.

La circulaire du 18 décembre 2009 relative au développement et au contrôle des centrales photovoltaïques au sol réaffirme que l'implantation de centrales photovoltaïques au sol en zone agricole et naturelle doit être compatible avec le maintien d'une activité agricole, pastorale ou forestière sur le terrain d'implantation conformément à l'article L151-11 du code de l'urbanisme. De plus la profession agricole entend limiter l'acceptation de centrales au sol aux sols dégradés ou à très faibles potentiels afin, d'une part d'éviter d'aliéner le potentiel de production de bons sols, et d'autre part, de limiter les risques d'aggravation de la pression foncière.

Il est nécessaire de :

- vérifier le faible potentiel agricole du site au regard des autres sols de la petite région pour sécuriser l'obtention d'un permis de construire,
- estimer le potentiel de revenu d'activité agricole du site avant la pose des panneaux.

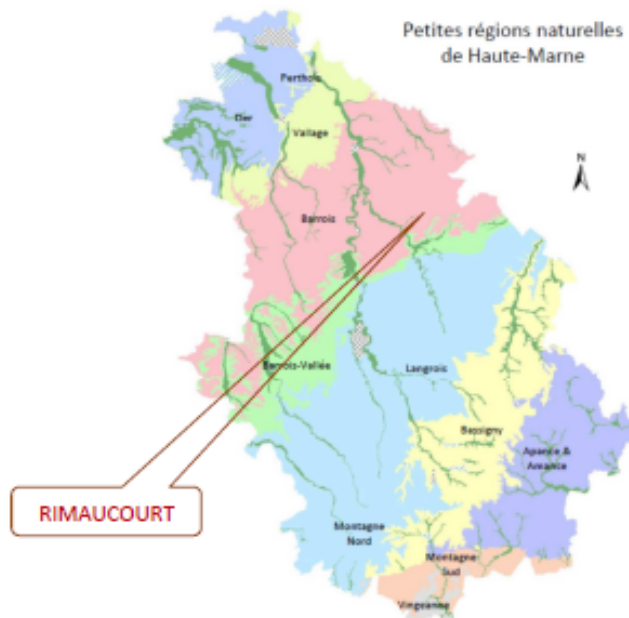
La Chambre d'agriculture de Haute-Marne a été missionnée pour réaliser l'analyse du potentiel agronomique du site et le comparer au potentiel d'autres sols de la région.

2- Localisation du site

Localisée entre 237 et 382 mètres d'altitude, la commune de RIMAUCOURT se situe au centre est la Haute-Marne et couvre 20.6 km² dont près de 55 % sont boisés.

Elle est région naturelle dite BARROIS se caractérisant par des sols majoritairement superficiels issus de roche calcaires sur les plateaux et leurs versants. Les sols y sont de faible qualité sauf dans les quelques vallées.

RIMAUCOURT appartient à la Communauté de Communes MEUSE-ROGNON.

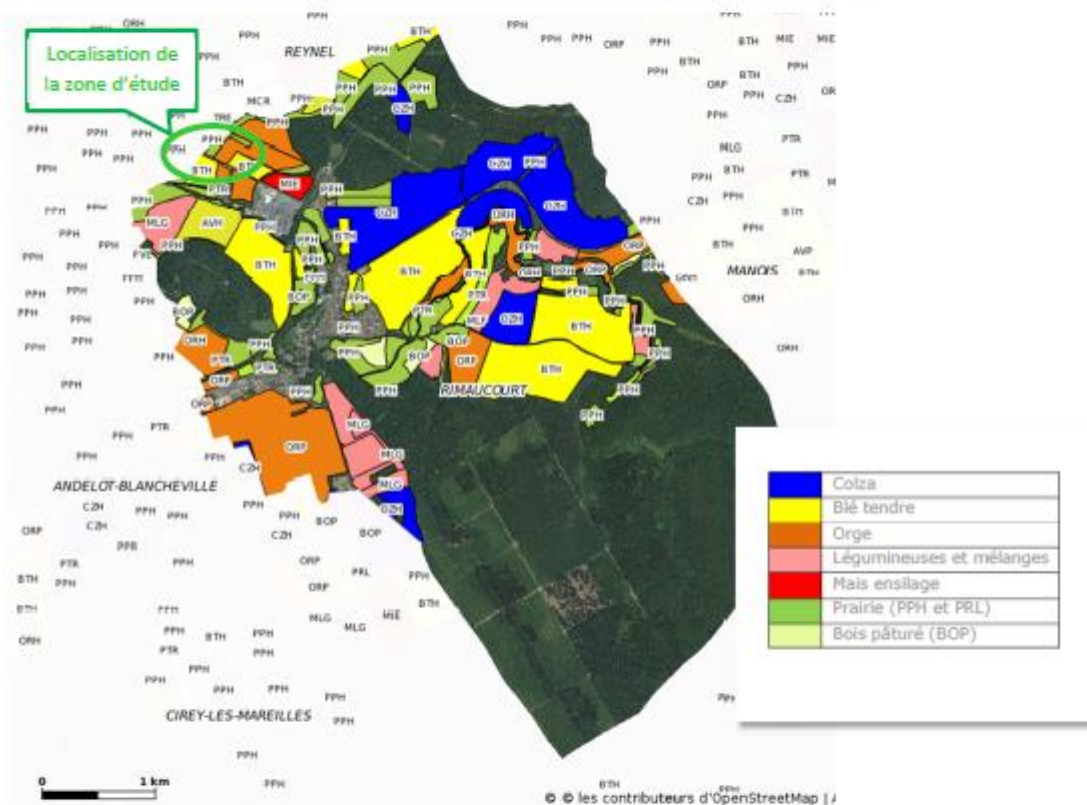


3- Environnement pédologique et agronomique

Focus sur la commune

Comme l'illustre la photo aérienne ci-dessous l'occupation des sols de la commune est dominée par les milieux forestiers.

Carte d'occupation des sols de RIMAUCOURT (extrait du RPG 2019)



Au regard de l'extrait de carte du RPG 2019 ci-dessus il apparait que :

- les surfaces en prairies permanentes en herbe (PPH) et à rotation longue (PRL) sont minoritaires, à noter en complément quelques bois pâturés
- les cultures représentent 85 % de la surface agricole et sont assez celles couramment observées sur le département de la Haute-Marne en raison de leurs faibles exigences, il s'agit de cultures de :
 - > Colza d'hiver (CZH),

4

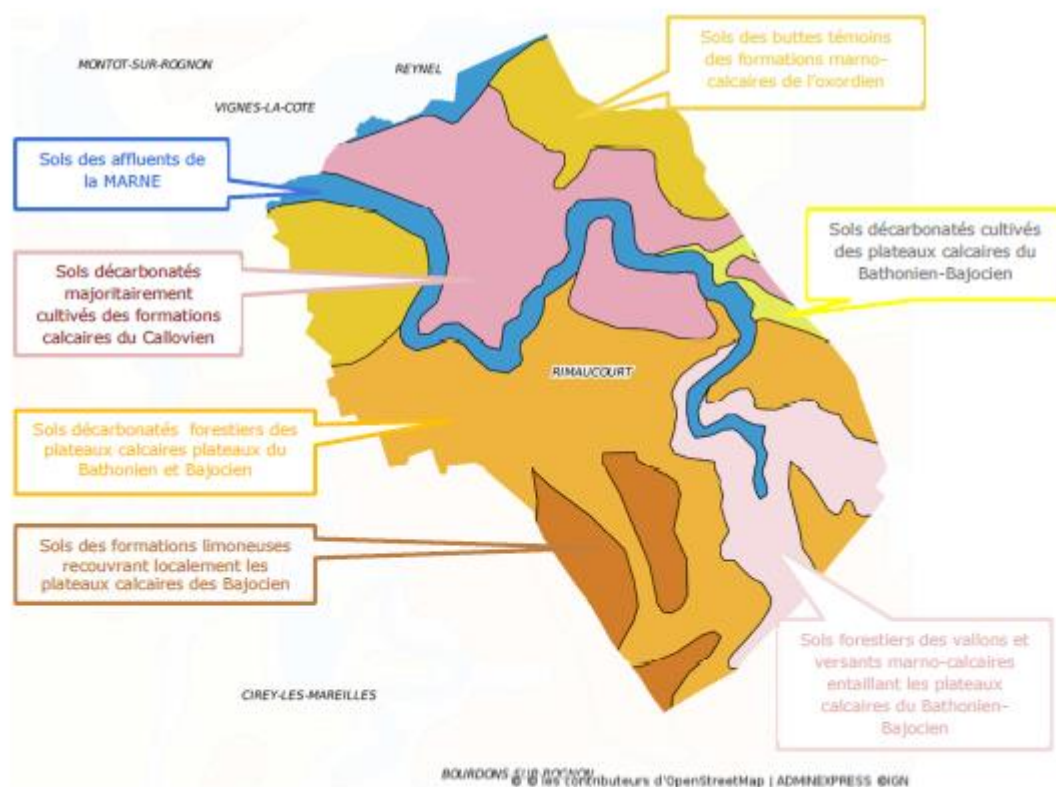
- > Blé tendre d'hiver (BTH),
- > Orge d'hiver (ORH),
- > Légumineuses et mélanges associé des légumineuses (LUZ,MLG,TRN),
- > Mais ensilage (MIE),
- > Avoine d'hiver (AVH)

Cette occupation des sols reflète la dominante d'exploitations de grandes cultures présentes sur le territoire RIMAUCOURT où il est recensés 5 sièges d'exploitations dont seulement 2 avec élevage.

La carte ci-dessous illustre la diversité des sols présents sur la commune avec, une localisation des espaces cultivés majoritairement sur :

- les sols décarbonatés majoritairement cultivés des formations calcaires du Callovien,
- les sols des affluents de la Marne.

Carte des sols de la commune de RIMAUCOURT

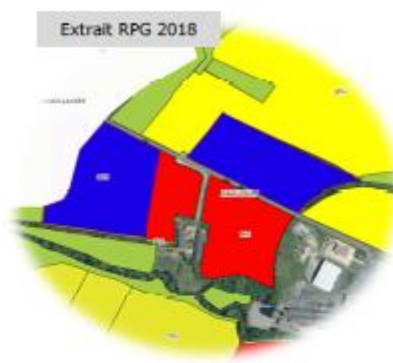


Focus sur le site

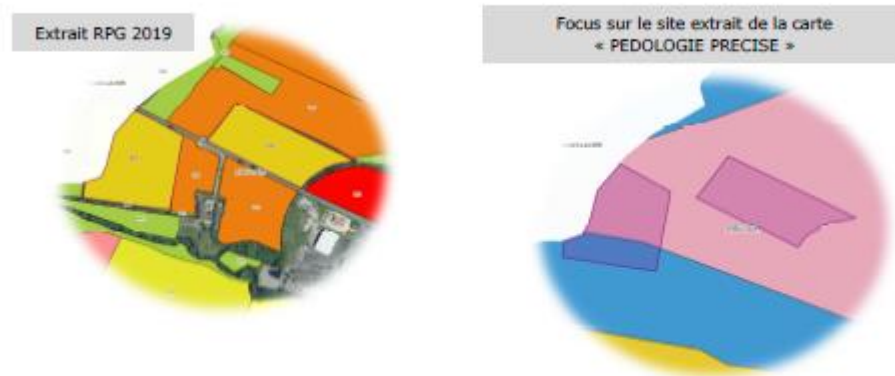
Les 2 îlots sont occupés par des cultures avec :

- du blé en 2016,
- de l'orge en 2017,
- du colza en 2018,
- du blé en 2019.

Le site est donc cultivé selon une rotation typique de la Haute-Marne et en particuliers du BARROIS à savoir colza, blé orge.



6



Selon le focus sur le site dans la carte de la pédologie précise des sols haut-marnais, le site apparaît majoritairement localisé sur des sols décarbonatés des formations calcaires du Callovien.

Une étude de la « typologie agronomique des terres à cailloux des plateaux calcaires du Barrois et de Bourgogne » définit 3 groupes de potentialités pour ces sols :

- Le groupe de potentialité G1 dit « **Petites terres à cailloux** » dont le rendement moyen en blé d'hiver est de l'ordre de 45 quintaux/ha (35 à 65 qx/ha selon les années) et apparaît inférieur de 30 % à la moyenne départementale (65 qx/ha entre 2008 et 2018 selon l'observatoire Rendement du CERFRANCE).

Ces sols sont pauvres en terres fines c'est-à-dire avec moins de 1 900 tonnes/ha en raison :

- > soit de leur grande superficialité (moins de 18 cm de profondeur),
- > soit de leur faible profondeur (18 à 25 cm) et de leur richesse en cailloux (plus de 50 % d'éléments de plus de 2 cm).
- Le groupe de potentialités G2 ou « **Terres à cailloux** » présentant un potentiel de rendement en blé d'hiver moyen de 55 qx (40 à 70 qx/ha selon les années) corrélé à un tonnage de terres fines de 1 900 à 2 900 tonnes/ha.
- Le groupe de potentialités G3 ou « **Terres à cailloux profondes** » qui présente un potentiel minimal de 65 qx/ha de céréales d'hiver car l'éventuelle charge en cailloux est compensée par la profondeur du sol.

4- Méthodologie

Un maillage du site a été réalisé sur l'outil Qgis permettant de géolocaliser les interventions et les observations réalisées sur le site.

Munis de leurs tablettes, 2 conseillers en agronomie et productions végétales de la Chambre d'agriculture se sont rendus sur le site pour y effectuer un relevé à la tarière par point de maillage et 2 fosses (cf carte de synthèse des observations en page 10).

Ainsi 40 carottes ont été prélevées, mesurées, photographiées pour appréhender la profondeur moyenne des sols sur le site et le niveau de pierrosité, lequel a fait l'objet d'une notation de :

- > 1 si faible,
- > 2 si moyen,
- > 3 si élevé.

17 carottes ont été réalisées sur l'îlot EST et 23 sur l'îlot OUEST.

Plusieurs tests du boudin ont été effectués au niveau du premier horizon afin de jauger l'élasticité de la terre ; cette élasticité est un indicateur du taux d'argile et donc la capacité de rétention hydrique de cet horizon.

Les relevés à la tarière en nombre suffisant permettent de jauger la profondeur moyenne des sols qui risque d'être légèrement sous-évaluée pour les sols du Barrois dont la présence importante de pierres augmente le risque d'obstacles pour les tarières ce pourquoi la réalisation de fosses est nécessaire.

A noter que pour éviter de sous-estimer la profondeur de sol et pour vérifier la présence de la roche en surface, les agronomes de la Chambre doivent opérer à plusieurs sondages en proximité d'un relevé à la tarière buttant à moins de 15 cm de profondeur.

5- Observations réalisées

5.1- Les relevés à la tarière et testS du boudin

Concernant l'îlot EST

Le tableau ci-dessous récapitule les observations réalisées, les photos sont jointes via les relevés à la tarière es en annexe n°1.

Synthèse des observations sur l'îlot EST

numéro de point de maillage	Horizon 1			Horizon 2			Profondeur totale du sol en cm
	Profondeur en cm	Couleur	Note pierrosité	Profondeur en cm	Couleur	Note pierrosité	
Carotte 1	26	brun noir	0	31	brun beige	0	57
Carotte 2	30	brun noir	0	28	brun beige	0	58
Carotte 3	45	brun noir	0	13	brun beige	0	58
Carotte 4	44	brun noir	0	18	brun beige	0	62
Carotte 5	44	brun noir	0	18	brun beige	0	62
Carotte 6	75	brun noir	1	0			75
Carotte 7	62	brun noir	1	0			62
Carotte 8	53	brun noir	1	8	brun beige	1	61
Carotte 9	54	brun noir	1	5	brun beige	1	59
Carotte 10	44	brun noir	1	12	brun beige	1	56
Carotte 11	34	brun noir	1	10	brun beige	1	44
Carotte 12	34	brun noir	1	15	brun beige	1	49
Carotte 13	38	brun noir	1	7	brun beige	1	45
Carotte 14	63	brun noir	1	0			63
Carotte 15	63	brun noir	0	0			63
Carotte 16	45	brun noir	0	7	brun beige	0	52
Carotte 17	52	brun noir	1	10	brun beige	1	62
moyenne	47.4		0.6	10.7		0.54	58.1

Sur cet îlot :

- la profondeur de sol moyenne est de 58.1 cm,
- tous les sondages indiquent plus de 50 cm, leur profondeur varie de 52 à 75 cm,
- le niveau de pierrosité est très faible,

La majorité des relevés à la tarière laisse penser à des sols de type G3 en raison de l'épaisseur du sol et du niveau du faible niveau de pierrosité.

Par ailleurs, les tests du boudin ont amené à juger la terre comme à tendance argileuse car les boudins pouvait être arqué sans se briser.

Concernant l'îlot OUEST

Selon le tableau page suivante synthétisant les observations dont les photographies sont jointes en annexe N°2, sur cet îlot :

- la profondeur moyenne de sol corrigée des 2 valeurs extrêmes est de 35.8 cm, elle est de 35.9 cm non corrigée des extrêmes,
- la profondeur de sol apparaît varier de 19 à 62 cm,
- 11 prélèvements, soit la moitié de la totalité, indiquent moins de 30 cm de profondeur de sols, dont 3 moins de 20 cm,
- la note de pierrosité moyenne pour l'horizon 1 sur 23 relevés est de 1.6 soit moindre que la moyenne mais plus élevée que sur l'îlot EST.

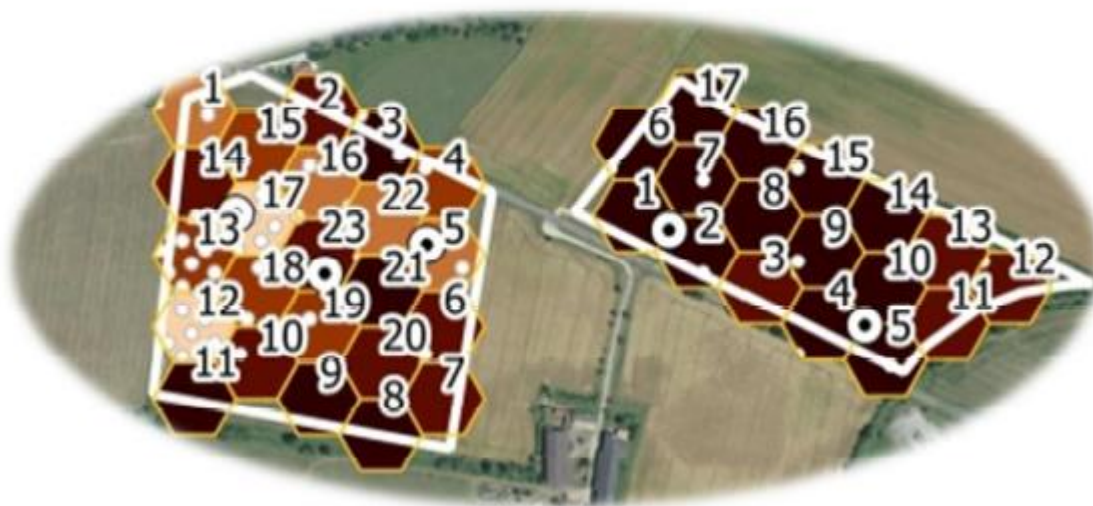
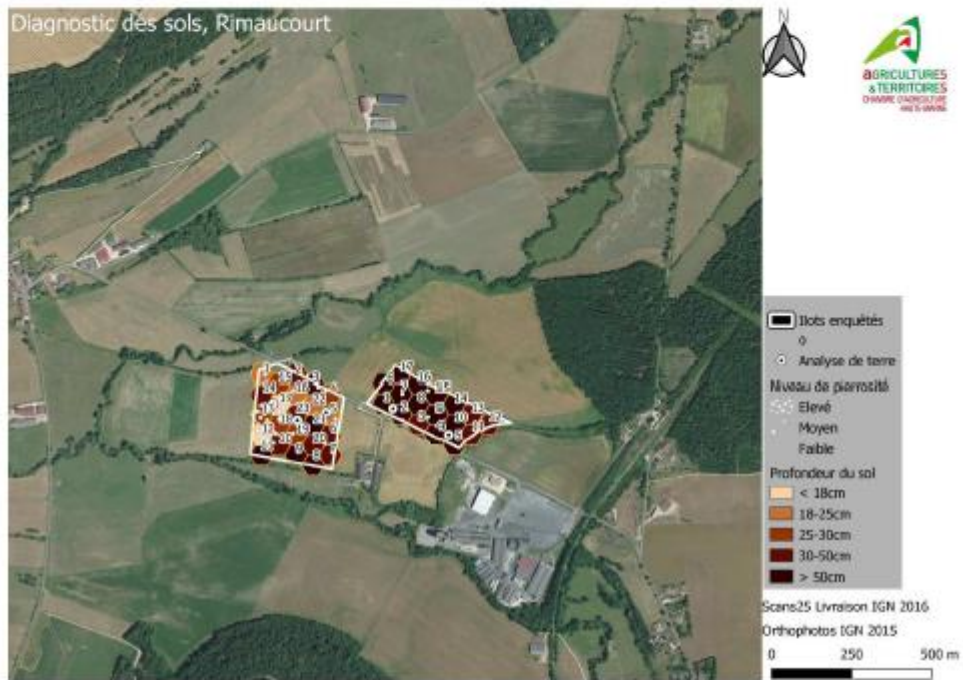
Sur ce site, la moitié des relevés à la tarière laisse penser à des sols de type G2 en raison de la faible épaisseur de sol et de la pierrosité assez élevée (2.2/3 pour les points de maillage de moins de 30 cm), il s'agit principalement de la moitié occidentale de l'îlot.

L'autre moitié, principalement le sud-est de cet îlot, laisse préjuger de sols de type G3 en raison de leur épaisseur et du faible niveau de pierrosité (1.25/3 pour ces points de maillage présentant plus de 30 cm de profondeur de sols).

Synthèse des observations sur l'îlot OUEST

numéro de point de maillage	Horizon 1			Horizon 2			Profondeur totale du sol en cm
	Profondeur en cm	Couleur	Note pierrosité	Profondeur en cm	Couleur	Note pierrosité	
Carotte 1	19	brun noir	2	0			19
Carotte 2	38	brun noir	1	0			38
Carotte 3	52	brun noir	2	0			52
Carotte 4	29	brun noir	1	0			29
Carotte 5	23	brun noir	2	0			23
Carotte 6	33	brun noir	1	10	brun beige	1	43
Carotte 7	44	brun noir	1	0			44
Carotte 8	36	brun noir	1	13	brun beige	1	49
Carotte 9	44	brun noir	1	16	brun beige	2	60
Carotte 10	40	brun noir	0	0			40
Carotte 11	60	brun noir	1	0			60
Carotte 12	16	brun noir	3	0			16
Carotte 13	26	noirâtre	3	0			26
Carotte 14	36	brun noir	2	0			36
Carotte 15	26	brun noir	1	0			26
Carotte 16	24	brun noir	2	0			24
Carotte 17	13	brun noir	3	0			13
Carotte 18	26	brun noir	2	0			26
Carotte 19	26	brun noir	2	0			26
Carotte 20	48	brun noir	1	0			48
Carotte 21	55	brun noir	1	7	brun beige	0	62
Carotte 22	22	brun noir	3	0			22
Carotte 23	44	brun noir	3	0			44
Moyenne	33.9		1.7	2		1	35.9
Moyenne hors valeurs extrêmes							35.8

Carte de synthèse des observations



Au vue de la carte ci-dessus, il apparait une différence de qualité des sols entre les 2 îlots voire au sein de l'îlot OUEST.

L'îlot EST présente des sols profonds semblant peu denses en cailloux.

Les sols de l'îlot OUEST appartiennent à 2 catégories avec, à part égale, des sols plutôt superficiels et caillouteux et des sols profonds.

5.2 - Les analyses de sols

Sur l'îlot EST, il a été effectué 2 prélèvements de terre aux points de maillage N°2 et N°5

Sur l'îlot OUEST, 3 analyses de terre ont été réalisées à partir d'échantillons prélevés et aux points de maillage 5, 17 et 23.

Ils ont été analysés par le laboratoire AUREA, le tableau ci-dessous synthétise les résultats dont le détail est en annexe N°3.

Synthèse des résultats d'analyse de terre

Indicateurs	unité	îlot EST		îlot OUEST			Repères
		maillage 2	maillage 5	maillage 5	maillage 17	maillage 23	
Taux d'argiles	%	42.5	33.4	47.8	42.1	34.4	
Taux de limons	%	40.6	53.3	32.5	40.8	32.3	
Texture		argile	argile limono sableuse	argile	argile	argile limono sableuse	
Risque de battance		faible	faible	faible	faible	faible	
CEC	meq/100g	24	19.4	27.9	26.7	23.9	20 et 40 ¹
Taux de saturation	%	> 100	>100	>100	>100	>100	>100 ²
Matières organiques	%	3.3	3.3	5.3	4.7	5.9	1 à 5 %
P ₂ O ₅ (0,05m)	mg/kg	81	90	99	103	135	60 ³
K ₂ O	mg/kg	465	329	566	445	582	250 et 350 ⁴
Rapport K ₂ O/MgO		2.18	1.62	2.47	2.15	2.62	2 à 3 ⁵

¹ La capacité d'échange cationique, CEC, mesure la capacité des sols à stocker des cations et donc à être le réservoir de fertilité d'un sol elle est liée aux teneurs et aux type d'argiles présents dans les sols et au niveau de matières organiques. Une CEC de 20 est considérée comme correcte, une CEC de 40 correspond à un important réservoir.

² Pour les sols cultivés de taux de saturation est généralement supérieur à 100.

³ Pour les sols à 30 voire 40 % d'argile et pour des cultures à forte exigence en phosphore, le niveau de la teneur d'impasse est de 60 mg/kg, teneur pour laquelle il n'est pas nécessaire de réaliser un apport de fumure.

⁴ Pour les sols à 30 % d'argiles et pour des cultures à forte exigence en potasse, le niveau de la teneur d'impasse est de 250 mg/kg, teneur pour laquelle il n'est pas nécessaire de réaliser un apport de fumure, la teneur d'impasse est de 350 pour les sols haut-marnais à 40 % d'argiles.

⁵ Au-delà, le rapport K2O/MgO peut induire une carence magnésienne.

Concernant l'îlot EST

L'analyse du prélèvement réalisée au point de maillage N°2 révèle un taux d'argiles de 42.5 % et un taux de limons de plus de 40 % ce qui confirme les observations réalisées lors du test du boudin pour lequel il était possible de former un anneau révélant un taux non négligeable d'argiles.

La capacité d'échange cationique (CEC) de 24 meq/100 g est très correcte car supérieure à 20, cette bonne capacité d'échange cationique apparaît en cohérence avec la forte teneur d'argiles, il y a donc une bonne capacité de rétention des éléments nutritifs. Le taux de saturation de cette CEC est supérieur à 100 comme pour la plupart des sols cultivés.

Le niveau en matières organiques de 3.3% est lui-aussi relativement élevé car il se situe généralement entre 1 et 5%. Ce niveau supérieur à la moyenne renforce la capacité de rétention en eau.

Les risques de battance sont faibles

La teneur en phosphore (81 mg/kg) est plus que correcte pour un sol de type G3 riche en argiles car la teneur d'impasse pour ce type de sol et pour des cultures exigeantes en phosphore est de 60.

La teneur en potassium est très élevée toutefois elle ne fragilise pas la disponibilité en magnésium

Pour la seconde analyse réalisée sur le prélèvement au point de maillage N°5, les résultats sont similaires à ceux de l'analyse réalisée au point de maillage N°2 même si le taux d'argiles est moindre et en conséquence la capacité d'échange cationique.

Concernant l'îlot OUEST

Au point de maillage N°5, le sol apparaît riche en argiles avec en conséquence une bonne capacité d'échanges cationiques (27,9 meq/100g), laquelle comme dans la plupart des sols cultivés est saturés. Il apparaît un taux très élevée de matière organique (5.3%), tout comme les teneurs en nutriments.

Au point de maillage N°17, le sol est aussi à dominante argileuse avec une bonne capacité d'échange cationique (26.7 meq/100g), laquelle est saturée. Le taux de matières organiques est élevé (4.7 %), à nouveau il faut noter la richesse en phosphore et potassium.

Au point de maillage N°23, le sol apparaît plutôt limono-argileux, sa capacité d'échange cationique est bonne et saturée. Le taux de matière organique est très élevé (5.7%).

Pour les 3 prélèvements les teneurs en phosphates et potasse sont plus que correctes. Le risque de battance est faible sur la globalité de l'îlot.

5.3- Le relevé floristique

A la date des observations c'est-à-dire le 1er décembre 2022, les 2 îlots étaient occupés par une interculture de moutarde bien développée et couvrant bien le sol.

Quelques plantes endémiques du Barrois ont pu être observées comme du vulpin, du plantain, du rumex, des pissenlits...

Les parcelles et leurs abords étaient bien entretenus, il n'a pas été observé de plantes ou de populations anormalement élevées pouvant être indicatrices de particularités du sol, notamment d'hydromorphie, ou révélatrices d'actuelles pratiques culturales atypiques et impactantes.

6 - Valeur agronomique et potentiel de revenu

Sur les sols non labourés le potentiel de revenu est évalué sur la base des rendements moyens attendus par type de sols, du prix moyen des cultures principales observés depuis les 5 dernières années et enfin d'un assolement moyen bâti sur la base de l'occupation des sols de la Communauté de communes référencée par l'Agreste (données PAC 2013 à 2017).

Le tableau ci-dessous établit la synthèse des assolements des terres labourables observés sur la Communauté de communes MEUSE ROGNON (CCMR) et de l'assolement moyen retenu pour l'évaluation du revenu potentiel des parcelles cultivées sur RIMAUCCOURT.

Synthèse de l'assolement observé sur la CCMR de l'assolement moyen retenu sur les parcelles cultivées de RIMAUCCOURT

Assolement moyen de la CCMR (PAC 2013/2017)		Assolement moyen retenu pour les parcelles cultivées de RIMAUCCOURT	
Colza et protéagineux	23,5 %	Colza	23,5 %
Céréales	61,3 %	Blé	34 %
Maïs	1,2 %	Orge d'hiver	25 %
Autres cultures dont mélanges	5,5 %	Orge de printemps	9 %
Légumineuses / Cultures fourragères	8,6 %	Luzerne et légumineuses	8,5 %

Par ailleurs, au chiffre d'affaires (déterminé sur la base de cet assolement moyen à RIMAUCCOURT, des rendements permis par les sols et des prix de vente) il faut ajouter les primes PAC estimées à 260 €/ha pour déterminer le produit brut par hectare.

Pour le calcul de la marge nette des intrants, du carburant et du fermage, le produit brut sera diminué des charges suivantes, proportionnelles à la surface cultivée :

- > 500 € d'intrants pour les cultures,
- > 60 € de charges en carburant pour les cultures,
- > 105 € de fermage.

Concernant l'îlot EST

Le potentiel de chiffres d'affaires de ces sols est estimé à 980 €/ha selon les données renseignées dans le tableau ci-dessous.

Éléments de calcul du chiffre d'affaires potentiel sur les sols de type G3 de RIMAUCCOURT (îlot EST occupé par des cultures)

	Rdt qx/ha	Prix moyen C/ql	Chiffre d'affaires C/ha de la culture	% de la surface labourée	Chiffre d'affaires C/ha de TL***
Colza	min 35 qx	36,6*	1 291	23,5	333
Blé d'hiver	min 60 qx	15,0*	900	34	315
Orge d'hiver	min 60 qx	14,6*	876	25	237
Orge de printemps	min 45 qx	17,0*	765	9	69
Luzerne et légumineuses	min 100 qx	10,0**	1 000	8,5	30
TOTAL				100	984

* Moyenne annuelle des observations sur 5 ans entre 2016 et 2020 renseignées par la Chambre Régionale d'Agriculture du Grand Est (service économie) - ** Source bibli CA52- *** TL= Terres Labourables

Avec un chiffre d'affaires moyen attendu de 980 € et des primes PAC d'un montant total moyen de 260 €, le produit brut potentiel est 1240 € et permet d'espérer **un revenu de 475 C/ha sur les sols cultivés de l'ilot EST, revenu avant rémunération du travail et amortissements et autres charges de structure.**

Concernant l'ilot OUEST

Les relevés à la tarière y ont révélé des sols de bonne profondeur de type G3 sur une moitié de l'ilot et des sols de type G2 sur la seconde moitié dès lors le potentiel de rendement de cet ilot est légèrement supérieur à celui du précédent. Le tableau ci-dessus établit l'approche du chiffre d'affaires potentiel.

Eléments de calcul du chiffre d'affaires potentiel
 sur les sols de type G2 et G3 de RIMAUCOURT (ilot OUEST occupé par des cultures)

	Rdt qx/ha	Prix moyen C/ql	Chiffre d'affaires C/ha de la culture	% de la surface labourée	Chiffre d'affaires C/ha de TL***
Colza	31 qx	36,6*	1 134,6	23,5	266,6
Blé d'hiver	56 qx	15,0*	840	34	285,6
Orge d'hiver	56 qx	14,6*	817,6	25	204,4
Orge de printemps	43 qx	17,0*	731	9	65,6
Luzerne et légumineuses	90 qx	10,0**	900	8,5	76,5
TOTAL				100	899

* Moyenne annuelle des observations sur 5 ans entre 2016 et 2020 renseignées par la Chambre Régionale d'Agriculture du Grand Est (service économie) - ** Source biblio CA52- *** TL= Terres Labourables

Compte tenu des primes PAC potentielles estimées à 260 €, le produit brut serait d'environ 1 159 €/ha. Dès lors, **le revenu potentiel avant charges d'amortissement et de main d'oeuvre est de 394 C/ha.**

6- Conclusions

Au regard des résultats de l'étude pédologique, le site présente un bon potentiel agronomique au regard de la majorité des sols du BARROIS et de HAUTE-MARNE.

Le projet de chartre départementale prévoit de limiter l'implantation de parc aux sols à très faible potentiel c'est-à-dire les sols de type G1 et les sols hydromorphes.

Dès lors, le projet devra justifier d'un caractère exceptionnel au travers sa qualité exemplaire en termes de création de plus-value agricole et environnementale, comme en termes de garantie de faisabilité et de viabilité.

Annexe 4 : Présentation du projet d'exploitation de Christian Courtier

Production alliant respect de l'Environnement



Création de Valeur & Innovation



... Un Business Plan

ayant pour base une surface foncière maîtrisée, des plants rigoureusement sélectionnés ainsi qu'une qualité vs quantité



... Une Méthode de travail

ayant pour principe de base le respect de la nature et des plantes au niveau du sol, de la taille, de la densité alliant un process de A à Z jusqu'à la transformation



... Une Commercialisation

ayant pour ligne de conduite la reconnaissance de ces produits sur des marchés recherchant l'excellence



Finally, within the framework of the Ferme du Futur program, whose exploitation has been approved at the level of the Grand Est region, it is planned to install several OADs in order to anticipate the risks of diseases thanks to leaf wetness sensors and to manage the water resource with a drip system delivering water to the plants according to the humidity present in the soil.

In addition to the system fed by a well, an overflow will be implemented thanks to a flexible reservoir allowing the extraction and/or recovery of water via the gutters of the panels during periods of heavy rain, avoiding any additional capture during periods of drought.

Le constat, qu'un nombre croissant de consommateurs recherchent des produits sains qui n'ont pas fait l'objet de traitements chimiques de synthèse et de transformation durant leur croissance jusqu'à la commercialisation.

Dans un environnement novateur en dehors des circuits conventionnels et sur un marché de niche, il est prévu de commercialiser des raisins frais & secs ainsi que des fruits rouges de qualité certifiés AB, savoureux, respectueux de l'environnement dont l'intégralité du process sera réalisé sur l'exploitation, soit de la multiplication des ceps depuis des vignes mères jusqu'au séchage et conditionnement.

La commercialisation de proximité (Cueillette et Partenariats avec des acteurs locaux tels que les Ecoles, Collèges, Ehpad, Magasins et professionnels spécialisés) sera privilégiée dans le cadre d'une démarche Label Bas Carbone.

Avec une maîtrise foncière raisonnée, le modèle économique a pour base une diversification de l'offre tout en respectant l'environnement par la non utilisation de produits phytosanitaires privilégiant la qualité à la quantité.

L'implantation de variétés pyrénées résistantes aux maladies, le choix de conduite, de taille, d'amendement naturel et la gestion du sol sont autant d'éléments permettant la reconnaissance d'une production qualitative.

La gestion des adventices et l'amendement sera réalisé par la rotation au moment opportun d'un troupeau d'ovins à proximité associé à différents cycles de couverts végétaux pour la gestion du sol.

Les ovins de race Solognote seront comme pour la production des fruits valorisés en circuits courts via des colis caissettes.

Cette race a été choisie pour sa rusticité naturelle, sa viande très prisée mais aussi et surtout une compatibilité avec le terrain, souvent gorgé d'eau en raison de l'argile très présent.

La solognote est une des seules races à être à l'aise sur un sol très humide alors que d'autres seraient très rapidement malade (Piétin par exemple).

Novateur, puisqu'il sera utilisé des panneaux solaires ayant des caractéristiques de luminosité différentes permettant un suivi d'études en collaboration avec différents organismes tant sur la croissance des plantes, le goût, la texture, la couleur et le rendement des différentes productions permettant à terme d'améliorer nos connaissances et in fine de produire tout en supprimant le risque des aléas climatiques et fongiques.

Aussi, un séchoir solaire permettra de sécher une partie du raisin valorisé en secs tout en maîtrisant la consommation énergétique et en récupérant l'air chaud en sortie chargé d'humidité pour alimenter la serre en chauffage avec un taux d'hygrométrie élevé nécessaire à la croissance des jeunes plants greffés.

Annexe 5 : Présentation de la société PHOTOSOL (source PHOTOSOL)



PRESENTATION GENERALE PHOTOSOL

Table des matières

<u>I.</u>	<u>HISTORIQUE</u>	1-100
<u>II.</u>	<u>ORGANISATION DU GROUPE</u>	1-100
<u>III.</u>	<u>EXPERTISE PHOTOSOL</u>	1-102
<u>IV.</u>	<u>ENVELOPPE PROJETS ET IMPLANTATIONS PHOTOSOL</u>	1-104
<u>V.</u>	<u>ENGAGEMENT PHOTOSOL</u>	1-106

I. HISTORIQUE

Créé en 2008, le groupe PHOTOSOL est né de la philosophie des associés fondateurs et dirigeants de bâtir une entreprise capable d'intégrer toute la chaîne de production d'énergie renouvelable et de participer aux grands enjeux de la transition énergétique.

Son ambition a été, dès sa création, de concilier développement durable et équilibre économique, en se focalisant sur les centrales solaires de grande taille, avec pour objectif de s'émanciper au plus tôt des tarifs subventionnés et de vendre une électricité au prix de marché. Objectif atteint aujourd'hui !

Spécialisé dans le développement, le financement, la construction, l'investissement et l'exploitation de centrales photovoltaïques, PHOTOSOL est devenu depuis une dizaine d'années l'un des leaders français, du marché de la production d'énergie photovoltaïque.

Le groupe possède un actionnariat stable et fort dont le capital est détenu par ses fondateurs initiaux, toujours à la direction de l'entreprise, et le groupe Rubis aux domaines de compétences complémentaires.

Fidèle à sa vision de création, il conserve une structure à taille humaine, particulièrement réactive et adaptable, qui lui permet depuis 2008 d'assumer une continuité de résultats par la mise en place d'une stratégie de développement efficace.

Cette stratégie s'articule autour quatre axes principaux à savoir :

- Une stratégie de positionnement dans le photovoltaïque en tant que cœur de métier,
- Le choix de conserver l'ingénierie des unités en plein cœur de son organisation tout en externalisant les travaux de construction,
- Un positionnement de producteur indépendant français sur un marché à maturité avec des perspectives de développement très importantes,
- Une équipe managériale en capacité d'assurer la croissance.

Aujourd'hui le groupe prévoit une forte croissance de son parc avec l'accélération des projets en opération et en construction à 1 GWc en France d'ici fin 2024.

I. ORGANISATION DU GROUPE

Avec une équipe en constante augmentation ces trois dernières années, le groupe PHOTOSOL compte aujourd'hui une centaine de collaborateurs et organise ses activités autour de quatre grands pôles supervisés par le Comité de Direction.

- Equipe technique (Photom):

Elle assure l'exploitation, le monitoring, la maintenance ainsi que le suivi et contrôle techniques des centrales afin d'améliorer la performance de celles-ci.

PHOTOM Les missions d'exploitation et maintenance seront entièrement gérées par Photosol au travers de sa filiale « Photom Services ».



L'équipe comporte 13 salariés, qui sont aujourd'hui en charge de la maintenance de l'ensemble des centrales. 7 personnes sont basées à Yzeure dans l'Allier ; et 6 sur le bassin d'Arcachon à La Teste de Buch.

- **Equipe développement :**

Elle initie le développement des projets depuis la prospection des sites dédiés, la sécurisation foncière, le lancement de toutes les études environnementales et l'obtention de toutes les autorisations administratives nécessaires.

- **Equipe financière et administrative**

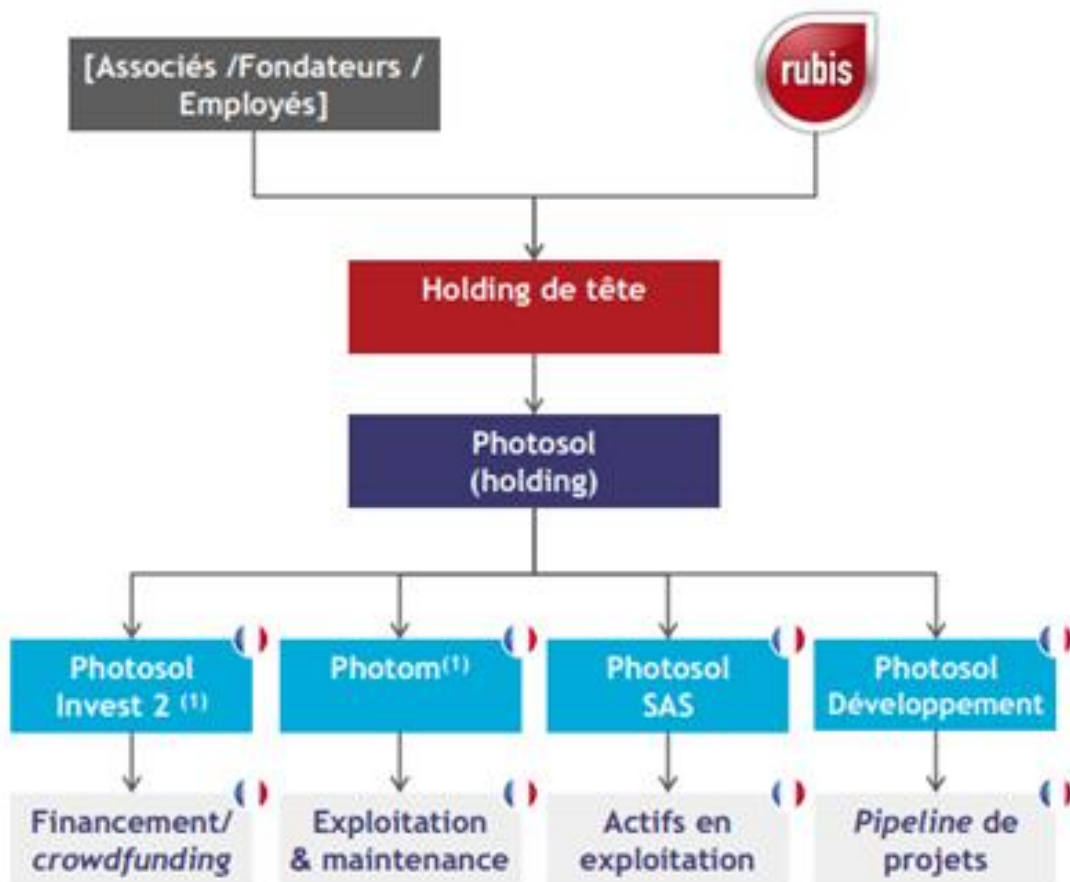
Elle intervient en aval de l'équipe développement et a pour mission de concevoir les produits financiers à faible risque aux investisseurs, négocier les crédits bancaires auprès des grandes institutions et de s'assurer de la rentabilité des projets développés.

- **Equipe juridique**

Elle veille à la sécurisation de tous les actes juridiques et reste impliquée dans l'intégralité des sujets du groupe dans le développement des projets.



Trombinoscope des membres dirigeants des équipes PHOTOSOL



Organigramme PHOTOSOL

II. EXPERTISE PHOTOSOL

Grâce à l'expérience de ses équipes, le groupe est capable d'appréhender l'ensemble des problématiques urbanistiques, environnementales, techniques et juridiques liées au développement d'un projet. Ainsi, PHOTOSOL réalise la construction de 100 % des projets sur lesquels il obtient un permis de construire.

Projets Lauréats aux appels d'offres de la CRE		
Société	Puissance (MWc)	Appel d'offre
SPV 12 (26 toitures)	6,2	CRE 2012
SAINT-PIERRE	4	CRE 2012
VERNEUIL 1	12	CRE 3 2016
VERNEUIL 4	12	CRE 3 2016
EGLISOTTES	8	CRE 3 2016
SALVIAC	4,5	CRE 3 2016
GAILLAC	10	CRE 3 2016
YZEURE	5	CRE 3 2016
RANCOGNE	5	CRE 3 2016
DOMERAT	5	CRE 3 2016
CHEZY	5	CRE 3 2016
MERE	5	CRE 3 2016
BESSAY	12	CRE 3 2016
YVRAC	4	CRE 3 2016
VILLEFRANCHE 2	5	CRE 4.1 2017
THORENC 1	17	CRE 4.2 2017
THORENC 2	17	CRE 4.2 2017
THORENC 3	17	CRE 4.3 2017
UNGERSHEIM	2,3	CRE 4.3 2017
SELLES SAINT DENIS	16,3	CRE 4.4 2017
LE DONJON	24	CRE 4.5 2018
MONTLUCON 1	9,8	CRE 4.5 2018
MONTLUCON 2	4	CRE 4.6 2019
VILLEFRANCHE 3	4,1	CRE 4.6 2019
CHEZY 2	1,3	CRE 4.6 2019
BESSAY 2	8,5	CRE 4.7 2020
LEZIGNE	16,5	CRE 4.7 2020
GIEVRES	7,8	CRE 4.8 2020
LA GAUTERIE 1	5	CRE 4.10 2021
TONNEINS	6,9	CRE 4.10 2021
SAINT LOUP	9	CRE 4.10 2021
LA GAUTERIE 2	7,1	CRE 4.10 2021
RANCOGNE 2	5	CRE 4.10 2021
THIEL SUR ACOLIN	10,1	CRE 4.10 2021
LE PAL 1	5	CRE 5.1 2022
BESSAY 3	4,3	CRE 5.1 2022
BELVES	1,8	CRE 5.1 2022
BESSON	2,6	CRE 5.1 2022

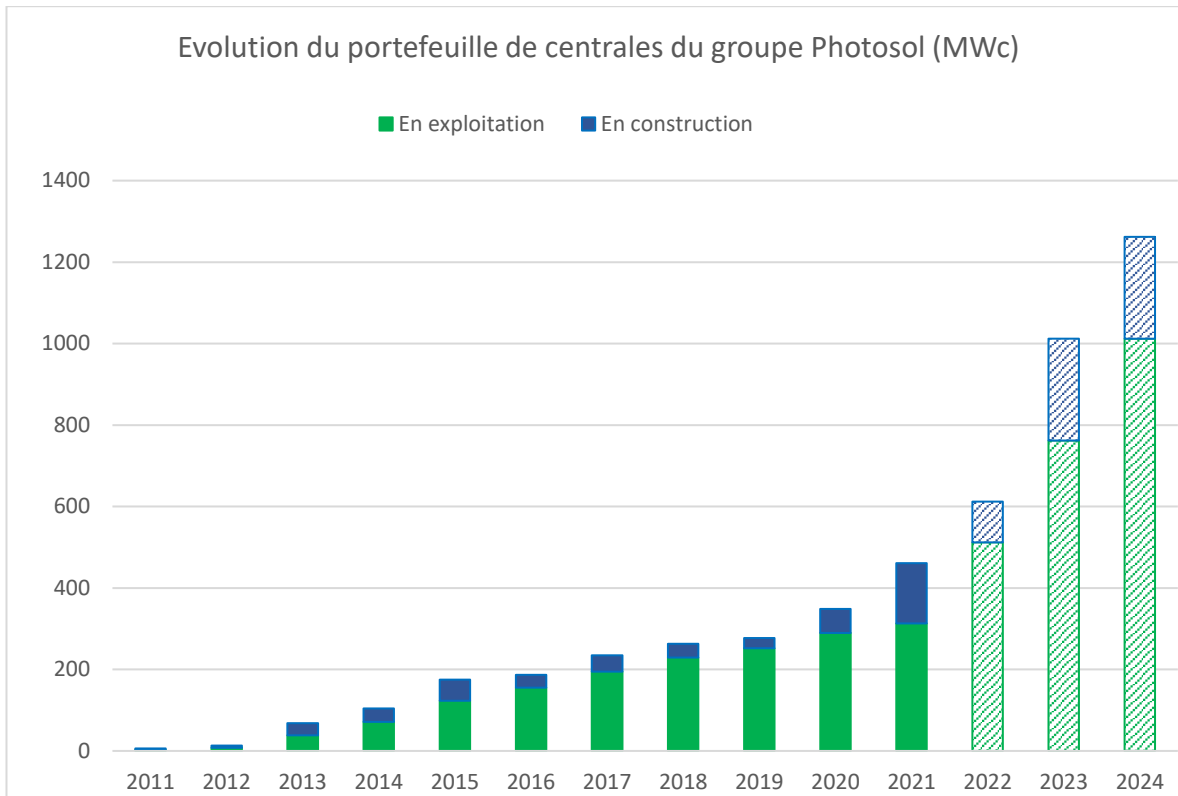
de 305 MWc lauréats aux appels d'offres de la CRE

reste des projets ayant été obtenus via un tarif d'achat (antérieurement aux appels de la CRE)

Cette expertise permet à PHOTOSOL de développer son savoir-faire et d'être véritablement compétitif sur le marché du photovoltaïque en gagnant **100 % de projets présentés lauréats** aux appels d'offre de la CRE et en proposant des niveaux de tarif suffisamment bas lors des mises en concurrence. Ce qui

a favorisé l'évolution du portefeuille de ses centrales et l'accroissement des chiffres de son activité de développement.

III. ENVELOPPE PROJETS ET IMPLANTATIONS PHOTOSOL



Les principaux chiffres de l'activité de développement PHOTOSOL en France concernent :



313 MWc
En service



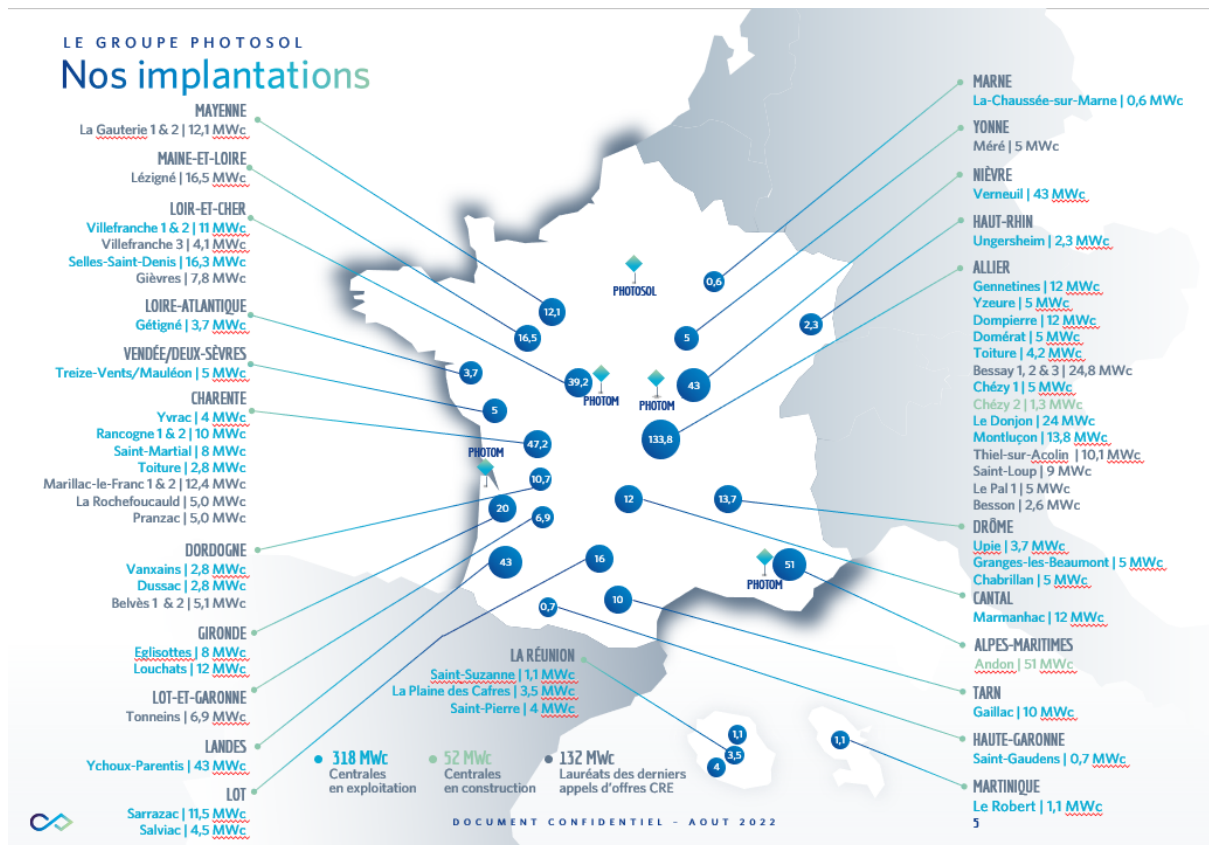
148 MWc
En construction et
prêt à construire



3 GWc
en développement
Dont 439 MWc de permis de
construire en cours d'instruction

3,6 GWc
Total portefeuille de projets

Photosol exploite des centrales photovoltaïques sur l'ensemble du territoire nationale ce qui lui permet d'appréhender de manière pertinente les différentes problématiques territoriales.



IV. ENGAGEMENT PHOTOSOL

Pour répondre aux objectifs de la PPE et contribuer l'essor de la filière photovoltaïque, PHOTOSOL ne s'est pas limité aux terrains dégradés et pollués et s'est engagé depuis 2008 à adapter et repenser le développement de ses parcs solaires autour et pour l'activité agricole. L'entreprise a été un précurseur du concept de l'agrivoltaïsme. L'approche de l'agrivoltaïsme chez Photosol consiste à :

- Adapter la conception de la centrale au projet agricole et à l'environnement de l'exploitation, tout en maintenant une forte efficacité de la production d'électricité.
- Développer des projets exemplaires en concertation avec toutes les parties prenantes des projets : agriculteurs, chambres d'agriculture, propriétaires, groupements de producteurs, coopératives, etc.
- S'assurer du maintien, voire de l'amélioration de l'activité agricole entre et sous les panneaux, en faisant notamment en sorte que les revenus tirés de la production

énergétique demeurent minoritaires dans l'équilibre financier de l'exploitant agricole, et que cette activité agricole soit intrinsèquement rentable malgré la présence des panneaux,

- Être attentif au **renforcement des filières locales** tout en étant vigilant à **ne pas déséquilibrer l'économie du territoire**.

Depuis 2012, plusieurs projets ont été développés et participent à **limiter l'artificialisation** des terres agricoles et favoriser **la résilience des filières alimentaires** locales.

Aujourd'hui, Photosol exploite **21 centrales** abritant une exploitation agricole pour un total de **436 ha**. **400 ha** sont des espaces de reconquête agricole sur des terrains qui, initialement ne l'étaient pas.

Depuis mai 2020, PHOTOSOL mène, **une étude sur l'impact des panneaux solaires sur la pousse de l'herbe** en **partenariat** avec l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (**INRAE**) afin de renforcer sa démarche et de développer les connaissances scientifiques sur le sujet.

Quelques-uns de nos projets agrivoltaïques



Centrale de Gennetines (03)

Localisation : Gennetines (Allier)
Surface totale : **20 ha**
Puissance : **12 MWc**
En service : **février 2014**
Activité agricole : **exploitation ovine**



Centrale de Saint-Martial (16)

Localisation : Saint-Martial (Charente)

Surface totale : 16 ha

Puissance : 8MWc

En service : août 2015

Activité agricole : exploitation ovine



Centrale de Salviac (46)

Localisation : Salviac (Lot)

Surface totale : **11 ha**

Puissance : **4,5MWc**

En service : **décembre 2017**

Activité agricole : **exploitation ovine**



Centrale de Verneuil (58)

Localisation : Verneuil et Charrin

Surface totale : **70 ha**

Puissance : **43 MWc**

Mise en service : **décembre 2017**

Activité agricole : **exploitation ovine**

Annexe 6 : Justification du choix du site (source PHOTOSOL)

Nous ne pouvons procéder à une analyse systématique de l'ensemble des terrains disponibles en France. La justification du choix de ce site s'appuie sur une réflexion transversale multithématiques.

L'équipe de développement présélectionne méticuleusement les projets dès les premières analyses de faisabilité. Chaque nouveau projet présenté aux services instructeurs est ainsi le fruit d'un compromis optimal basé sur de nombreux critères : énergétiques, territoriaux, paysagers, socio-culturels et techniques. En effet, un projet est avorté chez Photosol dès qu'il présente l'un des critères suivants :

- Une surface trop petite (< 5 ha), la nature et l'état de la parcelle (bois naturel âgé de feuillus, parcelle céréalière à bon rendement agricole...);
- Une protection réglementaire naturelle forte (biotope, RAMSAR...), un enjeu rédhitoire faune flore (zone humide sur toute la surface par exemple, ou présence d'outardes canepetières, aigles de Bonelli...);
- Une protection paysagère forte (site inscrit, classé, ZPPAUP, dans les 500 mètres d'un monument historique...);
- La protection de la zone par le document d'urbanisme (par exemple : EBC, Np, AU pour habitation, PPRI...);
- Une topographie trop marquée (>10 %);
- Un poste-source trop éloigné (>1km/hectare de projet) ou un itinéraire de raccordement trop complexe (passant par des zonages réglementaires naturels protégés...);

Ainsi, le site d'étude du projet de Rimaucourt répondait à l'ensemble des critères multithématiques :

- **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 avec un productible annuel de **1137 kWh/kWc**.

- **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 favorables puisque le poste source de Vesaignes-sous-Lafauche est situé à environ **11 km** du site.

- **Une absence de périmètres de protections environnementales et paysagères** : il est nécessaire que le site d'implantation soit en dehors des zones protégées pour des raisons environnementales ou paysagères. Les contraintes environnementales regroupent les espaces naturels sensibles bénéficiant d'un classement particulier et/ou d'un statut de protection (ZNIEFF I & II, Arrêté de Protection de Biotope, Réserve Naturelle Nationale, etc). Les zones protégées pour la conservation du paysage ou du patrimoine sont les secteurs sauvegardés, les sites inscrits/classés, les monuments historiques, etc.

Sur le site retenu, une faible partie de la zone d'implantation (0,9 ha) est en bordure de zone ZNIEFF I et II. Les études écologiques ont pris en compte ce périmètre de protection afin de s'assurer que le projet ne porte pas atteinte à ses habitats.

- **Le maintien d'une activité agricole significative** :

Le projet photovoltaïque a été étudié autour du projet agricole, pour créer une réelle synergie. Une activité agrivoltaïque ovine et maraîchère permet de conserver une activité agricole significative, tout en produisant une énergie bas carbone et renouvelable.

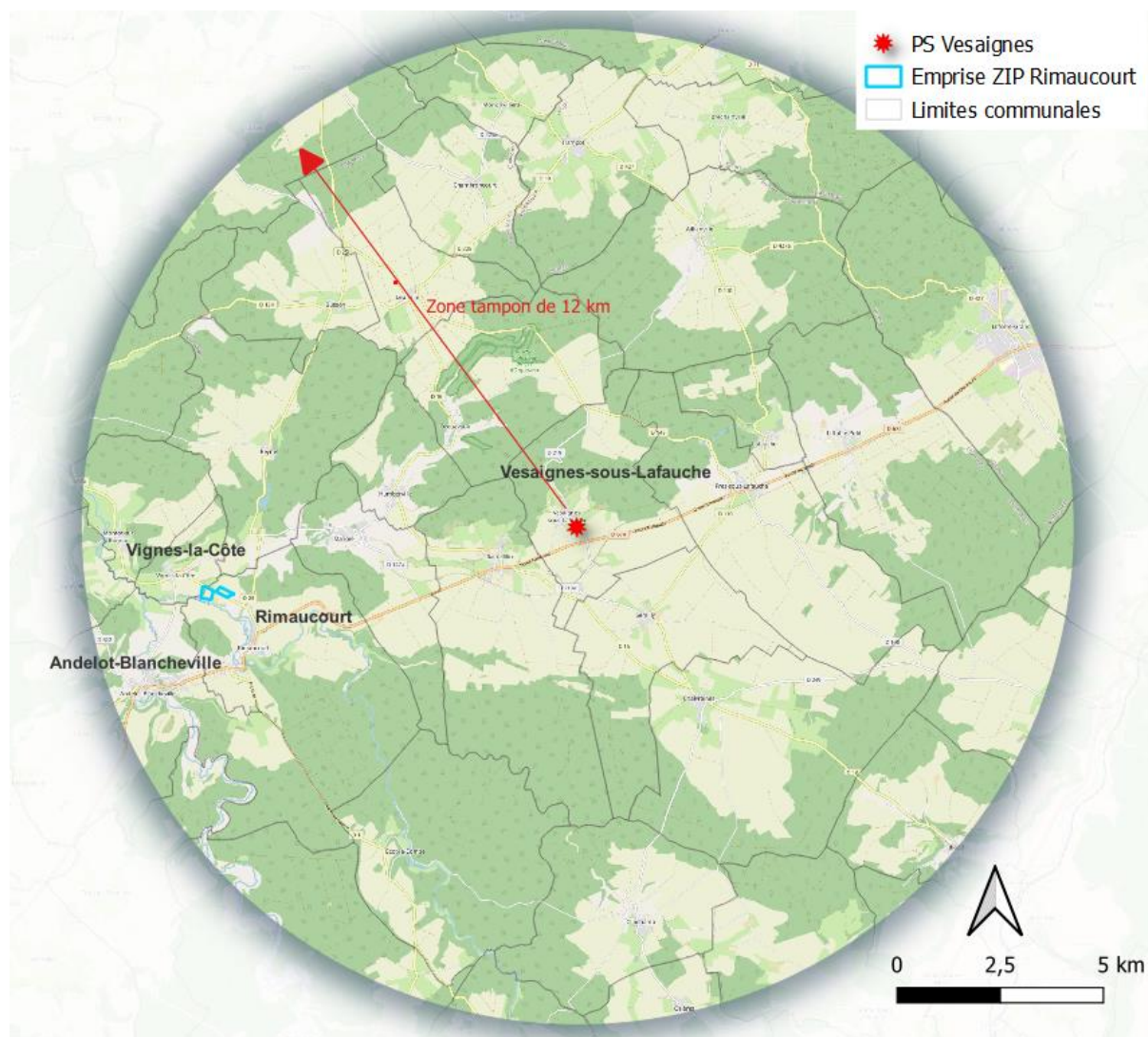
De plus, l'installation d'une activité agrivoltaïque permet le financement des investissements nécessaires et un revenu supplémentaire pour l'exploitant. Cela permet son installation et une pérennisation de l'activité agricole.

Enfin, l'implantation d'un parc photovoltaïque ne dégrade pas le potentiel agronomique des terres. Au terme de l'exploitation du parc (environ 30 ans) celui-ci pourra être démantelé et redeviendra vide de tout aménagement et l'activité agricole productive pourra se poursuivre.

ANALYSE COMPARATIVE DU SITE DE RIMAUCCOURT :

Une analyse fine du territoire a été menée afin de rechercher le site ayant le moindre impact environnemental, sociétal et sur le monde agricole aux alentours au projet afin d'évaluer le potentiel photovoltaïque dans ce secteur (et permettre une bonne pénétration des énergies renouvelables dans les territoires ruraux).

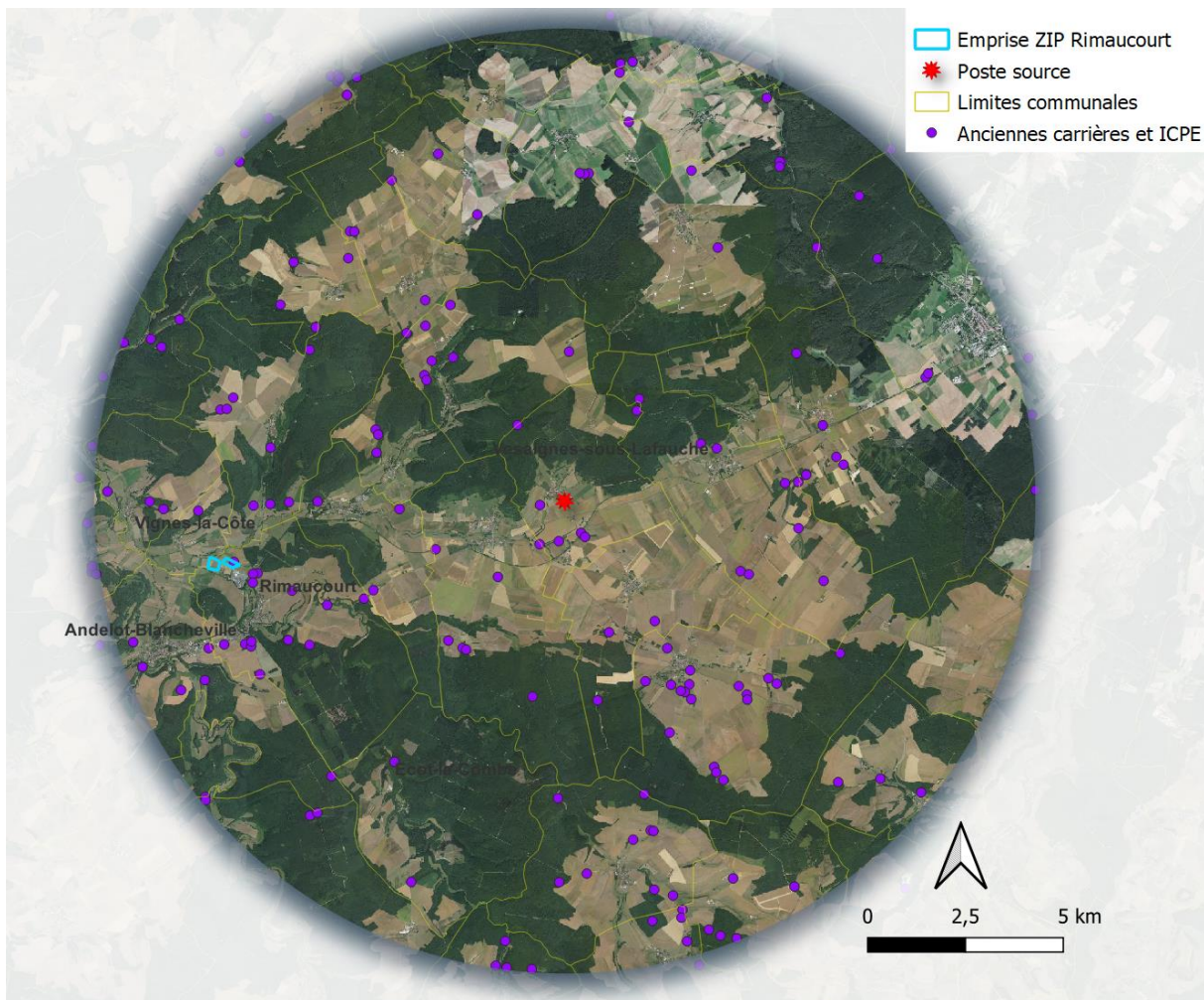
Une zone tampon de 12 km autour du poste-source où est prévu le raccordement, c'est-à-dire celui de Vesaignes-la-Fauche, a été créée.



Aire de recherche des sites alternatifs

Dans ce périmètre, les sites dégradés potentiels, correspondant à d'anciennes carrières et ICPE, ont été étudiés pour éprouver leur compatibilité avec un parc photovoltaïque.

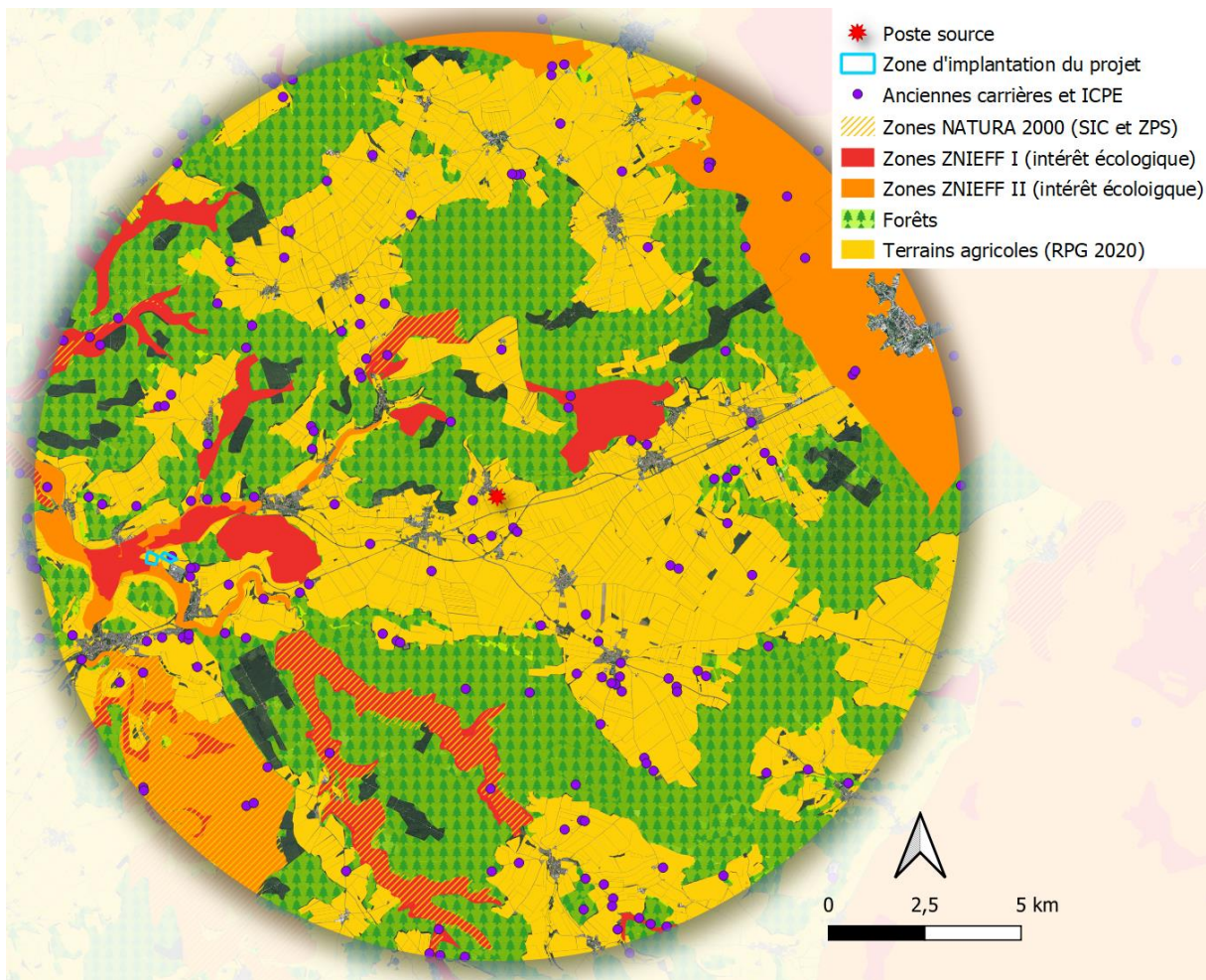
À noter que la localisation de certaines carrières est parfois approximative, mais non du fait de Photosol : il s'agit de données officielles issues du BRGM.



Aire de recherche des sites alternatifs (sources :

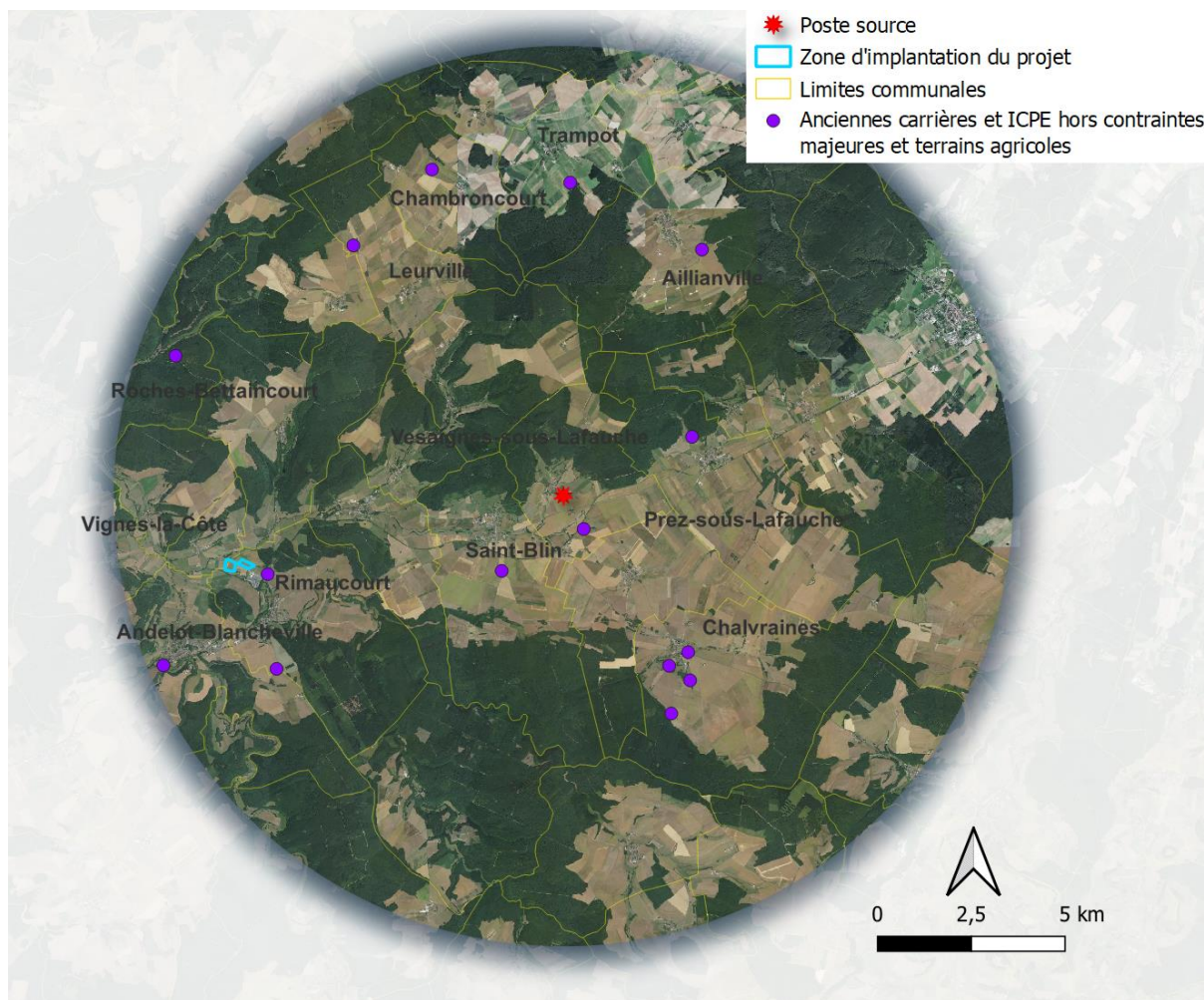
Nous avons ensuite ajouté les principales contraintes présentes afin d'identifier les zones compatibles au développement d'un projet solaire. Ainsi les sites présentant des enjeux environnementaux importants ont été détachés. Cela correspond aux ZNIEFF I et II, aux zones Natura 2000 et aux forêts.

De même, les parcelles recensées au RPG 2020 (registre parcellaire graphique) et ayant donc une activité agricole ont été évincées. En effet, les anciennes carrières présentes sur ces zones ont été remises en état, et nous ne les considérons plus comme terrains dégradés. De plus, la mise en place de parcs photovoltaïques sur ces terrains ne présenterait pas moins d'impact sur la filière agricole que le présent projet, pensé autour du projet agricole et en fonction de celui-ci.



Carte des principales contraintes sur la zone étudiée

Les sites restants, c'est-à-dire n'étant concernés par aucune des contraintes mentionnées ci-avant sont au nombre de 15. Ils correspondent tous à des carrières. Ils sont représentés sur la carte ci-dessous et ont été étudiés au cas par cas, pour éprouver leur compatibilité avec un projet photovoltaïque.



Carte des sites potentiels pour une installation photovoltaïque

CARRIÈRES TROP PETITES

Un grand nombre des anciennes carrières identifiées ont une surface inférieure à 5 hectares - ne permettant pas de construire un projet photovoltaïque viable économiquement. Ces sites ne sont donc pas retenus comme pouvant accueillir un projet photovoltaïque.

De plus, certains sont partiellement boisés. La mise en place d'une centrale photovoltaïque nécessiterait un défrichage des sites, sous condition d'obtenir une autorisation de défrichage. Outre le changement de destination des sols, la présence de boisements suppose des enjeux écologiques importants s'il s'agit de feuillus, même si ces terrains ne font pas l'objet d'un zonage environnemental réglementaire.

Les photographies aériennes ci-après zooment sur ces zones. En jaune sont représentés les terrains agricoles, en vert les forêts, et en rouge et orange les ZNIEFF I et II.



Ancienne carrière de 2 ha, en partie boisée et construite, sur la commune de Prez-sous-Lafauche



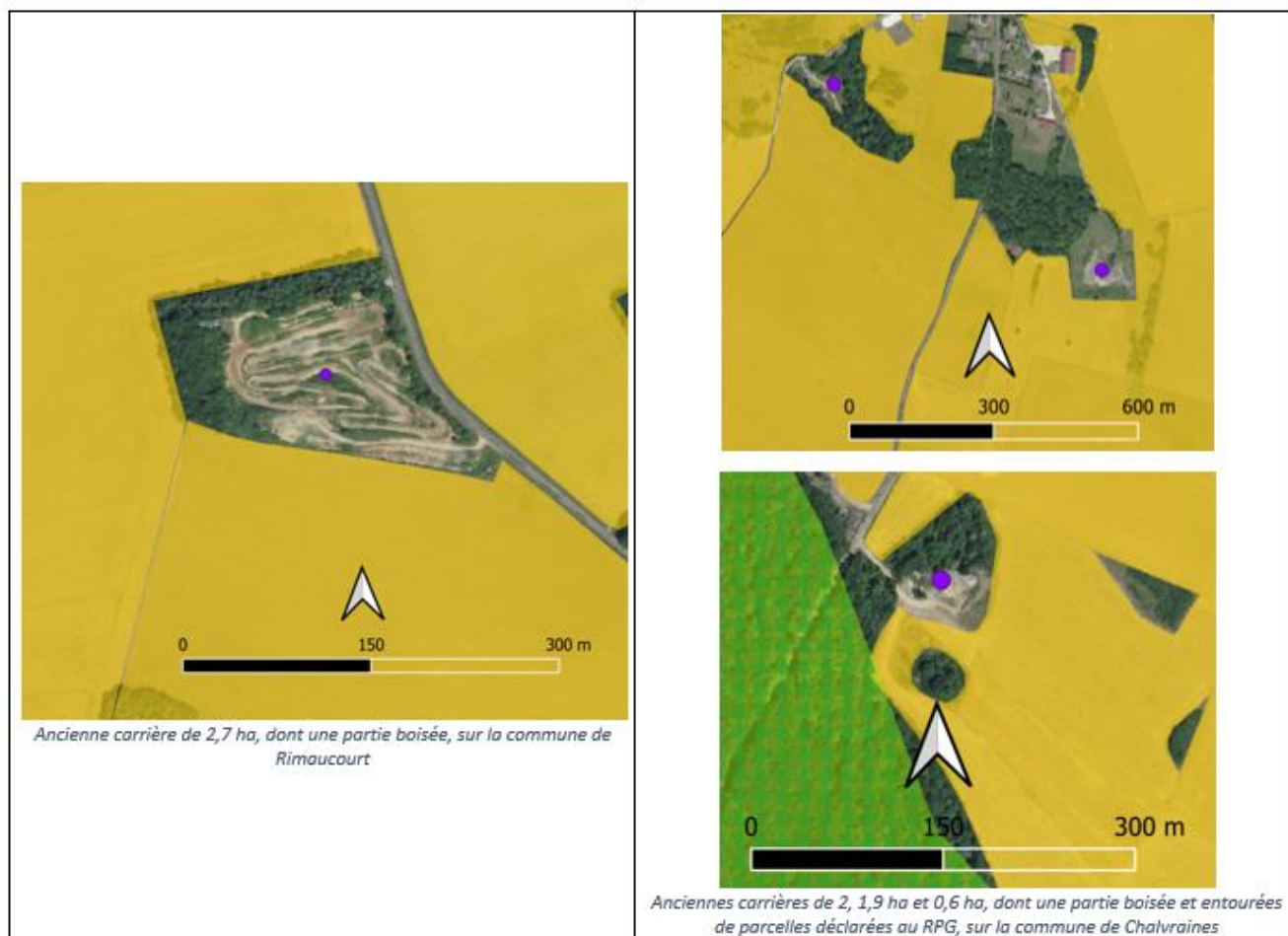
Ancienne carrière de 1,5 ha, en partie boisée, sur la commune de Vesaignes-sous-Lafauche



Ancienne carrière de 1,7 ha, en partie boisée, sur la commune de Saint-Blin



Zone de 2 ha sur une ancienne carrière, désormais boisée et urbanisée sur la commune de Rimaucourt



CARRIÈRES RÉAMÉNAGÉES

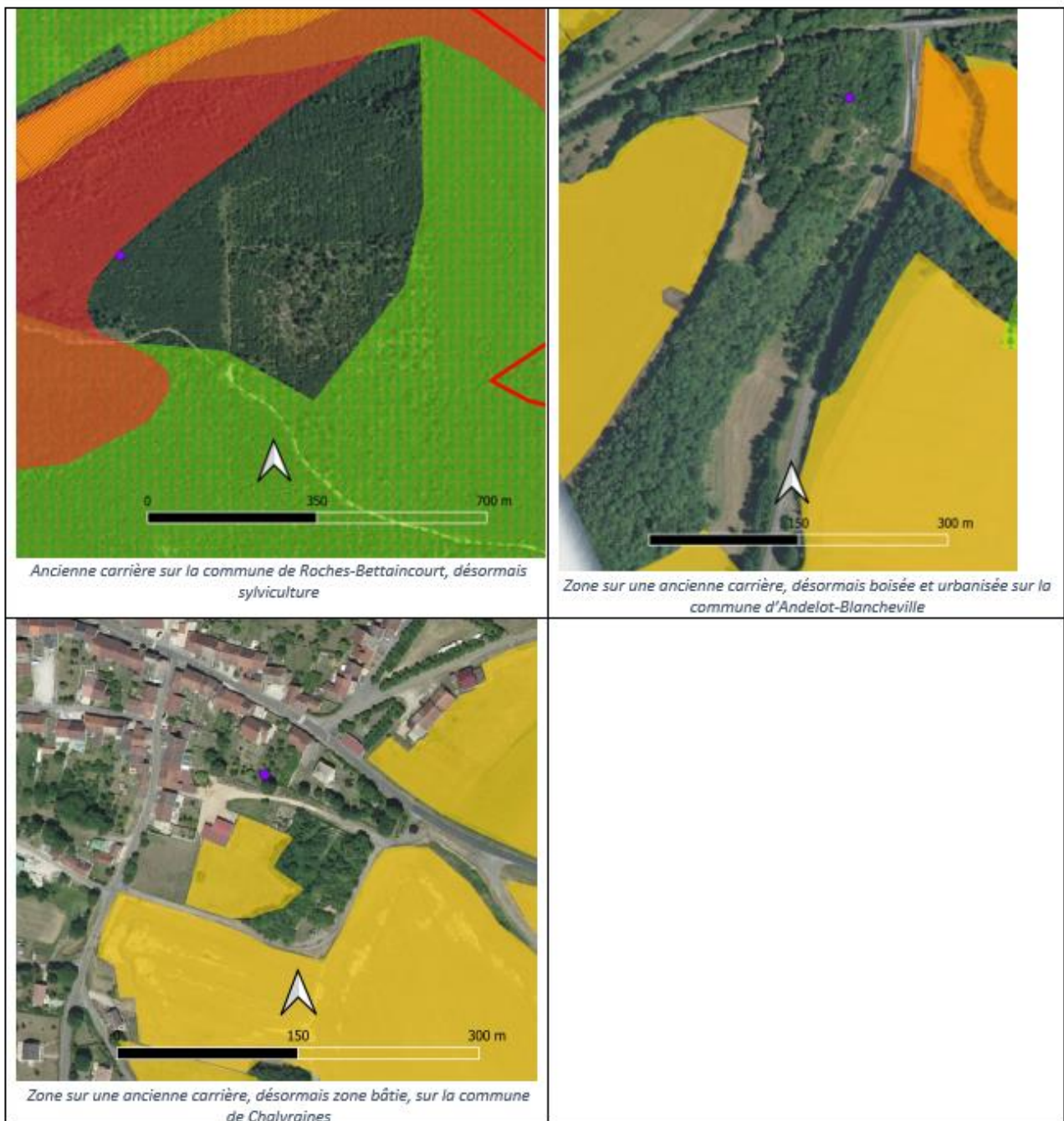
L'ancienne carrière sur les communes de Roches Bettaincourt est maintenant une sylviculture exploitée par le Groupement Forestier de l'Ajoux. Ce site n'est donc plus considéré comme dégradé et ne présenterait pas un impact moindre que le site identifié par Photosol sur la commune de Rimaucourt. De plus, cette activité n'est pas compatible avec un parc photovoltaïque.

D'autres anciennes carrières sont désormais boisées. La mise en place d'une centrale photovoltaïque nécessiterait un défrichage des sites, sous condition d'obtenir une autorisation de défrichage. Outre le changement de destination des sols, la présence de boisements suppose des enjeux écologiques importants s'il s'agit de feuillus, même si ces terrains ne font pas l'objet d'un zonage environnemental réglementaire.

Ces carrières ne semblent donc pas présenter moins d'impacts sur la faune et la flore que le présent projet de Rimaucourt, dont la séquence évitement-réduction-compensation permet d'observer des impacts résiduels non significatifs sur l'environnement.

Enfin, les anciennes carrières sur zone bâtie ne sont pas compatibles avec l'aménagement d'un parc photovoltaïque.

Les photographies aériennes ci-après zooment sur ces zones. En jaune sont représentés les terrains agricoles, en vert les forêts, et en rouge et orange les ZNIEFF I et II.



Conclusion :

Ainsi, après une étude voulue exhaustive et multithématique, le site choisi par Photosol a été retenu comme l'un des plus adéquats. En effet, en prenant en compte les aspects écologiques, agricoles et techniques, pas de site présentant un enjeu moindre n'a été rencontré aux alentours du poste-source de Vesaignes-sous-Lafauche.

De plus, l'étude d'impact environnemental et l'étude préalable agricole permettent d'assurer la compatibilité du futur projet avec le milieu naturel, paysager, humain, physique et agricole existant. Cela passe par une adaptation du plan d'implantation et des mesures d'évitement, de réduction et de compensation.

Annexe 7 : Etude du projet agricole de Monsieur Christian COURTIER avec un parc photovoltaïque à Rimaucourt (source : Chambres d'Agriculture Aube-Haute-Marne)



Etude du projet agricole de Monsieur Christian COURTIER avec un parc photovoltaïque à RIMAUCOURT

Sommaire

INTRODUCTION	2
SCENARIO 1 : AVEC PANNEAUX	2
I. HYPOTHESES TECHNICO-ECONOMIQUES.....	2
A. Assolement prévisionnel.....	2
B. Chronologie du projet.....	3
C. La production de fruits.....	3
1. La vigne	3
2. Les fruits rouges	4
D. Les ovins viande	5
E. Le photovoltaïque	5
F. La main d'œuvre.....	5
1. Main d'œuvre salariée	5
2. Exploitant	6
G. Les aides et subventions	6
II. PLAN D'INVESTISSEMENT.....	6
A. Investissements prévus.....	6
B. Emprunts retenus pour le chiffrage	7
III. CHIFFRAGE DU PROJET.....	8
A. L'EBE	8
B. Le résultat	8
C. La trésorerie.....	8

[Tapez ici]

SCENARIO 2 : SANS PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES	9
I. HYPOTHESES RETENUES POUR LE SCENARIO 2.....	9
II. CHIFFRAGE DU SCENARIO 2	10

Annexes

1. Business plan : détail du chiffrage de l'EBE – Scenario 1
2. Chiffrage du projet par le logiciel ANAIS – Scenario 1
3. Business plan : détail du chiffrage de l'EBE – Scenario 2
4. Chiffrage du projet par le logiciel ANAIS – Scenario 2

[Tapez ici]

1 Introduction

Monsieur Christian COURTIER a un projet agricole atypique de mise en valeur de **12.05 ha de foncier** situés à Rimaucourt et Andelot, dont une partie en coteaux.

Il souhaite développer une activité de **production de petits fruits** - raisins, fraises et framboises - confortée par un projet de panneaux photovoltaïques au sol.

En complément, une **troupe ovine** valorisera l'herbe située sous les panneaux photovoltaïques.

La commercialisation des fruits se fera essentiellement en **vente directe**, et autant que possible en agriculture biologique.

Les **vignes et framboisiers** en partie situés sous **différents types de panneaux photovoltaïques** feront l'objet d'un **suivi expérimental** par l'exploitant, Planète légumes (pour les framboises), et le service viticole de la Chambre d'agriculture (pour la vigne).

Ce document détaille les hypothèses retenues et le résultat du chiffrage du projet sur 5 années à partir du 01/12/2022. Deux scénarii sont étudiés :

- Scénario principal : Projet de Monsieur Courtier avec l'implantation de 9.75 ha de **panneaux photovoltaïques** à Rimaucourt
- Scénario secondaire à titre de comparaison : Le même projet mais **sans photovoltaïque**

2 SCENARIO 1 : AVEC PANNEAUX

I. Hypothèses technico-économiques

A. Assolement prévisionnel

Assolement (ha)	Surface en ha	Commentaire
Vigne Andelot – Site sans panneaux	0,8	Une parcelle en terrasse de 1 ha mais seulement 0,8 ha plantés (2000 plants) : - 0,5 ha en mars 2023 - puis 0,3 ha en octobre 2023
Vigne Rimaucourt – Expérimentation avec et sans panneaux	1,5	Planté en octobre 2024 - 1,2 ha hors panneaux - 0,3 ha sous panneaux, dont : o 300m ² sous panneaux pleins o 300 m ² sous panneaux verre o 2 400 m ² sous panneaux semi-transparents
Fraisiers - Rimaucourt – hors panneaux	0,07	700 m ² en rotation tous les 4 ans avec jachère. Implantation en 2024
Jachère – Rimaucourt – hors panneaux	0,20	En rotation avec les fraises. Pourra être planté en légumes par la suite.
Framboisiers hors sol – Rimaucourt – Expérimentation avec et sans panneaux	0,23	Dès 2025. En hors-sol, renouvelés tous les 2 ans. - 300m ² sous panneaux pleins - 300 m ² sous panneaux verre - 1 400 m ² sous panneaux semi-transparents - 300 m ² hors panneaux
Prairie permanente - Rimaucourt – Sous panneaux	9,25	Sous panneaux avec ovins : une parcelle de 6 ha + 4 ha de la parcelle où seront les fruits rouges et la vigne
TOTAL	12,05	

Le site de Rimaucourt est constitué de 2 parcelles d'environ 6 ha en vis-à-vis (11,25 ha au total). Ce sont des sols argileux dont :

- 2 hectares – adaptés à la production de raisin et de fruits rouges – qui porteront les cultures fruitières (**raisins, fraises, framboises**) : 1,5 ha hors panneaux (fraises, framboises et vigne), et 5000 m² sous panneaux (framboises et vigne).
- 9,25 ha avec des panneaux et de l'herbe permettant d'alimenter les **ovins**.

B. Chronologie du projet

2022	○ Construction du projet et étude économique prévisionnelle.
2023	○ Etude d'impact et demande permis de construire ○ Plantation des vignes à Andelot (0,5 ha en mars et 0,3 ha en octobre)
2024	○ Mise en place des panneaux photovoltaïques sur le 1 ^{er} semestre ○ Plantation des fraisiers au printemps ○ Arrivée du troupeau ovin en juillet 2024 ○ Début de production des vignes à Andelot (0,5 ha) ○ Plantation des vignes à Rimaucourt en octobre
2025	○ Démarrage de l'atelier framboise ○ Pleine production des vignes à Andelot (0,8 ha)
2026	○ Production de vigne à Rimaucourt

C. La production de fruits

1. La vigne

La production de raisin est prévue sur les 2 sites :

- 0,8 ha à Andelot, dont 0,5 ha plantés en mars 2023 et 0,3 en octobre 2023
- 1,5 ha à Rimaucourt plantés en octobre 2024, dont 0,3 ha sous panneaux.

L'entrée en production se fait 2 ans après la plantation. Les porte-greffes étant déjà enracinés, le rendement n'est pas minoré en début de production.

Le **rendement** retenu pour l'étude est de **8 t/ha** en raisin frais hors panneaux. **Sous les panneaux** photovoltaïques, on baisse le rendement de 20% soit **6,4 t/ha**. Sur le site d'Andelot, une tonne de raisin frais est séchée pour donner **300 kg de raisins secs** qui seront commercialisés à **28,44 €/kg**. Le reste est commercialisé sous forme de **raisin frais** à **3,79 €/kg**.

La production démarre progressivement :

- 2024 :
 - Andelot : 4000 kg de raisin frais produits par les 0,5 ha implantés en mars 2023
 - Rimaucourt : 0
- 2025 :
 - Andelot : Pleine production → 5 400 kg de raisin frais + 300 kg de raisin sec
 - Rimaucourt : 0
- A partir de 2026 → pleine production sur les 2 sites :

	Surface en ha	Rendement en t/ha	Raisin frais		Raisin sec		TOTAL
			Production en kg	Production en €	Production en kg	Production en €	
Andelot	0,80	8	5 400	20 466 €	300	8 532 €	28 998 €
Rimaucourt hors panneaux	1,20	8	9 600	36 384 €		- €	36 384 €
Rimaucourt sous panneaux	0,30	6,4	1 920	7 277 €		- €	7 277 €
TOTAL	2,30		16 920	64 127 €	300	8 532 €	72 659 €

Débouchés prévus :

- Raisins: secs : Vente directe particulier, collectivité, restaurateurs étoilés Haut-Gamme
- Raisins frais: Vente directe particulier, collectivités, alliance locale, collectivités

La conduite se fait en **agriculture biologique**. Il n'y a **pas d'intrants prévus** avant production, ni pendant les deux premières années de production, ensuite on compte 1000 €/ha.

Dans le prévisionnel, on retient un **coût d'achat de plants de 8 000 €/ha**. En réalité, le coût sera moindre car M. Courtier, qui s'est formé aux techniques de greffe, réalisera une partie des plants lui-même.

2. Les fruits rouges

a) Les fraises

Les fraises sont conduites en **agriculture biologique**. Elles sont implantées dès 2024 et restent en place 4 ans. On compte 2 700 m², dont 700 m² de fraises en production et 2 000 m² en jachère pour la rotation, qui pourront par la suite être cultivés en légumes.

Le **rendement** retenu pour l'étude est de **9 t/ha** et le **prix de vente** est de **14 € HT/kg**. (Monsieur Courtier a observé autour de lui des prix de vente de fraises bio entre 15 et 20 €/kg).

	Surface en ha	Rendement en t/ha	Production en kg	Production en €
Fraises	0,07	9,00	630	8 820 €

Débouchés : Vente directe particulier, collectivités. A moyen terme : accueil à la ferme (cueillette).

Charges retenus pour l'étude :

- Intrants : 1 200 €/ha soit 84 €/an
- Plants : 20 000 €/ha soit 1 400 € tous les 4 ans
- Barquettes 500 g : 0,20 €/unité soit 252 €/an
- Paille et plastique sol : 150 €/an

b) Les framboises

Les framboises sont produites en hors-sol sur le site de Rimaucourt à partir de 2025. Elles sont en conventionnel (certification agriculture biologique impossible en hors-sol). Les chiffres sont issus de l'étude réalisée par Planète Légumes.

On compte 2300 m² = 0,23 ha de framboises au total, dont une partie une partie hors panneaux et une partie sous différents types de panneaux. L'objectif de ce dispositif est de suivre et comparer les différentes modalités. Cette expérimentation sera suivie par Planète Légumes.

Le tableau suivant détaille les éléments retenus pour le chiffrage :

	Surface en m ²	Rendement en t/ha théorique	Rendement en t/ha dont pertes	Production annuelle en kg	Production annuelle en €
Panneaux pleins	300	3,0	2,60	78	1 170 €
Panneaux semi-transparents	1 400	6,5	5,65	791	11 865 €
Panneaux verre	300	7,0	6,09	183	2 741 €
Hors panneaux	300	4,0	3,48	104	1 566 €
TOTAL	2 300			1 156	17 342 €

Le rendement retenu est différent pour chaque modalité. On prend en compte un coefficient de perte sur le rendement lié à la libre cueillette. Le prix de vente retenu est de **15 €/kg**.

Les charges de l'atelier framboise sont les suivantes :

Total en € pour l'exploitation	2023	2024	2025	2026	2027	€/ha avec les proportions de surface	2023	2024	2025	2026	2027
Plants			10 013 €	- €	10 013 €	Plants			43 536 €	- €	43 536 €
Engrais			569 €	569 €	569 €	Engrais			2 475 €	2 475 €	2 475 €
Produits phytosanitaires			141 €	141 €	141 €	Produits phytosanitaires			611 €	611 €	611 €
Terreau			2 750 €	- €	2 750 €	Terreau			11 955 €	- €	11 955 €
Barquette 250 g			149 €	149 €	149 €	Barquette 250 g			648 €	648 €	648 €
Carton			48 €	48 €	48 €	Carton			208 €	208 €	208 €
Produit blanchiment			- €	- €	- €	Produit blanchiment			- €	- €	- €
Analyse d'eau			75 €	- €	75 €	Analyse d'eau			326 €	- €	326 €
Abonnement Planète légumes			260 €	260 €	260 €	Abonnement Planète légumes			1 130 €	1 130 €	1 130 €
Assurance			- €	- €	- €	Assurance			- €	- €	- €
Charges foncières			4 €	4 €	4 €	Charges foncières			18 €	18 €	18 €

Les plants sont renouvelés tous les 2 ans.

Les charges retenues sont les mêmes pour les 4 modalités, hormis :

- les produits phytosanitaires qui sont plus élevés hors panneaux (785 €/ha contre 585,30 €/hasous panneaux)
- les charges de barquettes et de cartons qui dépendent du rendement

Les investissements sont détaillés plus loin en II.A. Tous les investissements de démarrage de l'atelier framboise sont pris en charge par PHOTOSOL.

D. Les ovins viande

Cet atelier permet d'entretenir sous les panneaux photovoltaïques. On pose les hypothèses suivantes :

- 50 brebis achetées en 2024 :
 - Prix d'achat : 143,20 €/tête
 - Prix de stock : 100 €/tête
 - Prix de vente réforme : 50 €/tête
- 60 agneaux par an à partir de 2025, dont 7 agnelles gardées pour le renouvellement et 53 vendus 133 €/tête (19 kg * 7 €/kg).
- Débouchés : Agriculture biologique et conventionnelle ; alliance locale avec le Leclerc de Saint-Geosmes (8 €/kg actuellement), vente directe
- Frais d'élevage : 3 900 €/an

Avec les hypothèses retenues, le chargement est de 5 brebis par hectare. Avec un rendement en herbe de 4 à 5 t de matière sèche par hectare, on dispose de 800 kg à 1 t de MS par brebis et par an. Afin d'assurer un bon entretien, il sera important de conduire les ovins en pâturage tournant.

E. Le photovoltaïque

Mise en place de 9,75 ha de panneaux photovoltaïques au sol par PHOTOSOL : 9.25 ha sur prairie + 2000 m² sur framboises + 3000 m² sur vigne.

Pas de charges pour Monsieur Courtier, mais perception d'un loyer annuel de 1500 €/ha et d'une indemnisation d'entretien de 300 €/ha sur les 11,25 ha du site de Rimaucourt. Cela correspond à un total de 20 250 €/an.

F. La main d'œuvre

1. Main d'œuvre salariée

a) Atelier framboises

La main d'œuvre de l'atelier framboise a été chiffrée par Planète Légumes, poste par poste :

Charges de MO	Panneaux pleins	Panneaux semi-transparents	Panneaux verre	Hors panneaux	Total	Fréquence
Paillage	28 €	114 €	28 €	28 €	198 €	1 an/2
Préparation des pots	24 €	110 €	24 €	24 €	182 €	1 an/2
Mise place gouttières	140 €	140 €	140 €	140 €	560 €	1 an/5
Plantation	18 €	80 €	18 €	18 €	134 €	1 an/2
Mise en place irrigation	14 €	142 €	14 €	14 €	184 €	1 an/2
Fert-irrigation	14 €	65 €	14 €	14 €	107 €	annuel
Desherbage manuel	26 €	130 €	26 €	26 €	208 €	annuel
Récolte manuelle	277 €	2 399 €	554 €	316 €	3 546 €	annuel
Taille/ébourgeonnage	66 €	310 €	66 €	66 €	508 €	1 an/2
Installation auxiliaires	7 €	35 €	7 €	7 €	56 €	annuel
Traitement	22 €	104 €	22 €	45 €	193 €	annuel
Enlèvement culture	64 €	298 €	64 €	64 €	490 €	1 an/2
	700 €	3 927 €	977 €	762 €	6 366 €	

Les coûts de main d'œuvre varient donc d'une année à l'autre en fonction des pointes de travail :

Total en € pour l'exploitation	2023	2024	2025	2026	2027	moyenne
Charges de main d'œuvre	- €	- €	6 366 €	4 110 €	5 806 €	5 238 €

b) Autres ateliers

Pour les 3 autres ateliers (fraises + raisin + ovins), on compte :

- 1 salarié permanent à temps partiel dès juillet 2024 à 13 000 €/an (salaire + charges ; 15 €/semaine en moyenne avec périodes de pointes)
- des saisonniers complémentaires dès 2026 (vigne et fraises)
- 1 apprenti en BTS à partir de 2027 : 9 000 € en 2027. Il s'agit du fils de Monsieur Courtier, qui souhaite ensuite installer.

2. Exploitant

Les charges sociales sont estimées à 43 % du résultat.

Comptabilisation de prélèvements privés progressifs, avec l'objectif d'atteindre 30 000 € après la phase de démarrage du projet.

G. Les aides et subventions

Pas d'aides PAC comptabilisées dans le chiffrage.

II. Plan d'investissement

A. Investissements prévus

Les plants de fraisiers et framboisiers sont comptés en charges.

Planète Légumes a prévu un forage pour les framboises. En complément, M. Courtier, après concertation avec PHOTOSOL, souhaite prévoir 1 poche de 800 m³ supplémentaire pour stocker l'eau de pluie récupérée sur les panneaux.

Prise en charge d'une partie des investissements par PHOTOSOL : montant HT compté en subvention dans le prévisionnel. Ces subventions sont amorties sur les durées d'amortissement des investissements correspondants, et sur 10 ans pour le groupe des investissements framboise pris en charge par PHOTOSOL.

Bâtiments :

- Pas de bâtiment existant
- Construction d'un séchoir solaire pour le raisin en 2025 à Andelot
- Construction d'une chambre froide prévue en 2025
- La troupe ovine sera mise en pension gratuitement dans l'exploitation familiale voisine en hiver

Recours à de l'entraide pour les besoins en matériel, grâce à l'exploitation familiale située à Andelot. Le tableau suivant présente le plan de financement des investissements :

Investissement prévu	Site	Date	Montant total	Durée amort.	Auto-financement	PHOTOSOL	Emprunt	Nom emprunt	Taux emprunt	Durée emprunt
Palissage + pose	A	sept-22	28 998 €	15	- €	- €	28 998 €	Andelot 2022	3,5%	15
Plants vigne	A	mars-23	4 000 €	15	- €	- €	4 000 €	Plants vigne mars 23	3,5%	15
Feutre végétal implantation	A	avr-23	9 700 €	7	- €	- €	9 700 €	Matériel Andelot avril 2023	3%	7
Pompe + surpresseur	A	avr-23	1 670 €	7	- €	- €	1 670 €			
Système goutte à goutte	A	avr-23	7 500 €	5	- €	- €	7 500 €			
Poche souple	A	avr-23	12 500 €	15	- €	- €	12 500 €	Cloture A	3,5%	15
Cloture du site	A	avr-23	8 990 €	15	- €	- €	8 990 €	Cloture A	3,5%	15
Plants vigne	A	oct-23	2 400 €	15	- €	- €	2 400 €	Plants vigne oct 23	3,5%	15
Balance + TPE	A	avr-24	500 €	5	- €	- €	500 €	Balance + cuve A 2024	2,5%	7
Cuve nettoyage + caisses	A	avr-24	4 100 €	7	- €	- €	4 100 €			
3 capteurs humectation foliaire	R	juil-24	999 €	5	999 €	- €	- €		-	-
Feutre végétal implantation	R	juil-24	19 400 €	7	19 400 €	- €	- €		-	-
Station météo	R	juil-24	495 €	5	495 €	- €	- €		-	-
Création site internet	R	juil-24	1 667 €	3	1 667 €	- €	- €		-	-
Palissage + pose	R	juil-24	28 998 €	15	- €	28 998 €	- €		-	-
Pompe + surpresseur	R	juil-24	1 670 €	7	- €	1 670 €	- €		-	-
Système goutte à goutte	R	juil-24	7 500 €	5	- €	7 500 €	- €		-	-
Tunnel protection froid	R	juil-24	5 833 €	10	- €	5 833 €	- €		-	-
Plants vigne Rimaucourt	R	oct-24	12 000 €	15	- €	- €	12 000 €	Plants vigne R oct 24	3,5%	15

Investissement prévu	Site	Date	Montant total	Durée amort.	Auto-financement	PHOTOSOL	Emprunt	Nom emprunt	Taux emprunt	Durée emprunt
Tracteur + mat + algéco	R	janv-25	11 667 €	7	- €	- €	11 667 €	Matériel R 2025	3%	7
1 cuve souple 800 m3 framboises	R	mars-25	8 500 €	5	- €	8 500 €	- €		-	-
2 cuves framboises	R	mars-25	600 €	5	- €	600 €	- €		-	-
3 147 pots framboises (pour 0,23 ha)	R	mars-25	4 059 €	10	- €	4 059 €	- €		-	-
3 charriots récolte framboises	R	mars-25	1 110 €	5	1 110 €	- €	- €		-	-
Bassin irrigation	R	mars-25	12 500 €	15	- €	12 500 €	- €		-	-
Cloture du site	R	mars-25	30 000 €	15	- €	30 000 €	- €		-	-
Chambre froide framboises + &	R	mars-25	10 000 €	10	- €	10 000 €	- €		-	-
Dosatron D13 framboises	R	mars-25	473 €	4	- €	473 €	- €		-	-
Filtre framboises	R	mars-25	100 €	5	- €	100 €	- €		-	-
Forage	R	mars-25	8 000 €	25	- €	8 000 €	- €		-	-
Goutte-à-goutte framboises	R	mars-25	2 656 €	5	- €	2 656 €	- €		-	-
Gouttières framboises (pour 0,23 ha)	R	mars-25	3 125 €	15	- €	3 125 €	- €		-	-
Palissage framboises (pour 0,23 ha)	R	mars-25	3 605 €	15	- €	3 605 €	- €		-	-
Pompe électrique framboises	R	mars-25	5 000 €	7	- €	5 000 €	- €		-	-
Programmateurs 4 voies framboises	R	mars-25	141 €	5	- €	141 €	- €		-	-
Raccordement électrique framboises	R	mars-25	5 000 €	15	- €	5 000 €	- €		-	-
Filets de protection	A	avr-25	14 702 €	7	- €	- €	14 702 €	Filets A	3%	7
Séchoir	A	avr-25	12 500 €	10	- €	- €	12 500 €	Séchoir A	3%	10
TOTAL			292 658 €		23 671 €	137 760 €	131 227 €			

Légende : Lignes roses = investissements framboises ; En bleu = Andelot ; En noir = Rimaucourt

B. Emprunts retenus pour le chiffrage

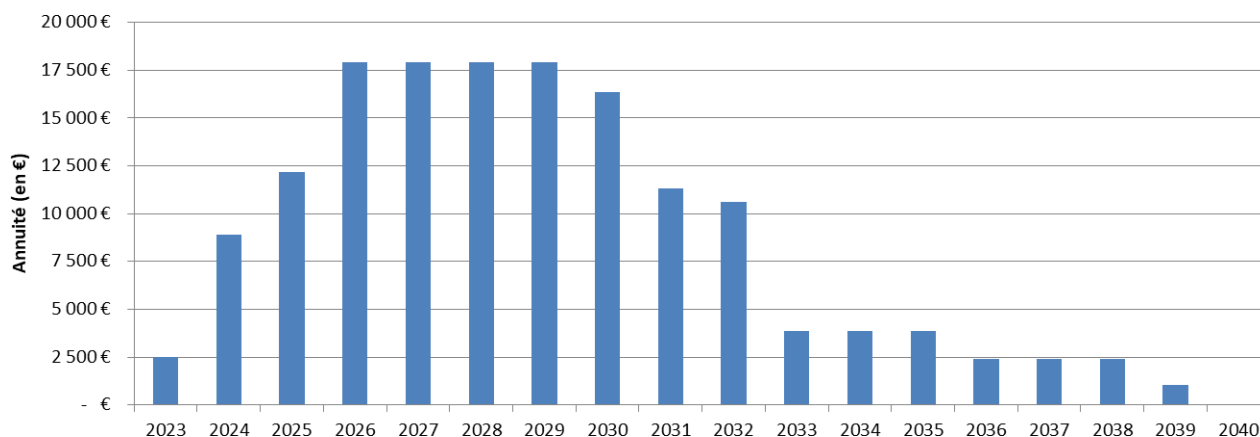
Pas d'emprunts en cours avant le projet (ni pour l'exploitation, ni à titre privé professionnel). Emprunts pour le projet :

- **Emprunts long-moyen terme (LMT) :**
 - Emprunt pour l'achat des brebis : 7 160 € à 2,5 % sur 5 ans
 - Autres emprunts : Cf. liste des investissements ci-dessusLe tableau

suivant détaille la liste des emprunts et des annuités :

Caractéristiques des emprunts LMT						Capital	Remb. EX 1		Remb. EX 2		Remb. EX 3		Remb. EX 4		Remb. EX 5	
Objet	Montant	durée	dif.	taux	année	restant deb	annuités	intérêts	annuités	intérêts	annuités	intérêts	annuités	intérêts	annuités	intérêts
Andelot 2022	28 998	15 a		3.50	2022	28998.00	2517.75	1014.93	2517.75	962.33	2517.75	907.89	2517.75	851.55	2517.75	793.23
Plants vigne A oct 2023	2 400	15 a		3.50	2023				208.38	84.00	208.38	79.65	208.38	75.14	208.38	70.48
Plants vigne A mars 23	4 000	15 a		3.50	2023				347.30	140.00	347.30	132.74	347.30	125.23	347.30	117.46
Cloture Andelot 2023	8 990	15 a		3.50	2023				780.56	314.65	780.56	298.34	780.56	281.47	780.56	264.00
Matériel andelot avril 2023	31 370	7 a		3.00	2023				5035.08	941.10	5035.08	818.28	5035.08	691.78	5035.08	561.48
Achat brebis	7 160	5 a		2.50	2024						1541.17	179.00	1541.17	144.95	1541.17	110.04
Cuve + balance A 2024	4 600	7 a		2.50	2024						724.48	115.00	724.48	99.76	724.48	84.14
Plants vigne R oct 2024	12 000	15 a		3.50	2024						1041.90	420.00	1041.90	398.23	1041.90	375.71
Filets Andelot	14 702	7 a		3.00	2025								2359.76	441.06	2359.76	383.50
Matériel R 2025	11 667	7 a		3.00	2025								1872.63	350.01	1872.63	304.33
Séchoir Andelot	12 500	10 a		3.00	2025								1465.38	375.00	1465.38	342.29
TOTAL	138 387					28 998	2 518	1 015	8 889	2 442	12 197	2 951	17 894	3 834	17 894	3 407

Evolution du total annuel des annuités des emprunts LMT à long terme :



Les annuités diminuent à partir de 2030.

- **Emprunts court terme :**

- Pas d'emprunt court-terme car la trésorerie initiale permet de couvrir les avances de TVA.

III. Chiffrage du projet

A. L'EBE

L'annexe 1 expose les éléments retenus pour le chiffrage du projet, notamment le détail des charges de structure.

Penchons-nous sur l'utilisation de l'EBE :

	2023	2024	2025	2026	2027
EBE avant rémunération	-9 389 €	13 137 €	23 997 €	71 922 €	44 559 €
- Prélèvements privés	0 €	0 €	5 000 €	25 000 €	24 000 €
- Annuités LMT historiques	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
- Annuités LMT emprunts nouveaux	2 518 €	8 889 €	12 197 €	17 894 €	17 894 €
- Frais financiers emprunts CT	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
= MARGE DE SECURITE	-11 907 €	4 248 €	6 801 €	29 028 €	2 664 €

Annuités/EBE	-27%	68%	51%	25%	40%
---------------------	------	-----	-----	-----	-----

Croissance progressive de l'EBE :

- Négatif la première année : EBE négatif car pas encore de produits
- 2024 et 2025 : mise en place des différents ateliers, EBE limité, mais boosté en 2024 par la prime PHOTOSOL
- en croisière à partir de 2026 : oscille 1 an sur deux car les framboisiers sont renouvelés tous les 2 ans (coûts des plants + coût main d'œuvre)

Avec la croissance du résultat, les charges de MSA augmentent les deux dernières années.

L'EBE couvre les annuités chaque année à partir de 2024.

Par précaution, les durées d'emprunt retenues sont assez courtes par rapport aux durées d'utilisation prévues. Si les emprunts bancaires sont accordés sur des durées plus longues, les annuités seront plus faibles, et la marge de sécurité sera renforcée.

B. Le résultat

L'annexe 2 présente le chiffrage du projet par le logiciel Anaïs, qui reprend toutes les hypothèses détaillées ci-dessus. On y trouve notamment le compte de résultat détaillé.

On y retrouve l'EBE détaillé ci-dessus. Le résultat net suit la même évolution. Il correspond à l'EBE, diminué des dotations aux amortissements des investissements prévus et des frais financiers des emprunts, mais augmenté de la quote-part des subventions de PHOTOSOL (qui compense l'amortissement des immobilisations financées par PHOTOSOL).

C. La trésorerie

Le tableau suivant présente l'évolution annuelle de la trésorerie :

	2023	2024	2025	2026	2027
TRESORERIE DEBUT EXERCICE	68 500 €	46 356 €	19 527 €	21 088 €	28 041 €
Solde courant	- 10 101 €	- 4 552 €	19 027 €	41 025 €	45 527 €
Solde exceptionnel	- 12 044 €	- 22 276 €	- 12 466 €	- 9 073 €	- 21 388 €
Prélèvements courants des exploitants	- €	- €	5 000 €	25 000 €	24 000 €
Apport des exploitants	- €	- €	- €	- €	- €
Solde de trésorerie de l'exercice	- 22 144 €	- 26 829 €	1 561 €	6 952 €	139 €
TRESORERIE FIN EXERCICE	46 356 €	19 527 €	21 088 €	28 041 €	28 180 €

Monsieur Courtier prévoit un apport de 65 000 € sur le projet. Un financement participatif MiiMOSA lui a permis de collecter 3 500 € complémentaires.

Les trésoreries des exercices 1 et 2 sont négatives en lien avec le lancement des différents ateliers (achat d'animaux, plantation).

Les prélèvements privés sont mis en place petit à petit à partir de 2025. Monsieur Courtier gardera une activité extérieure au début, en attendant que sa production de fruits démarre. Son objectif à terme est de prélever 30 000 €/an. Lorsque que les annuités diminueront, les prélèvements pourront augmenter.

Avec les hypothèses retenues, la trésorerie initiale permet de faire face aux dépenses prévues. Le solde de trésorerie est ainsi positif à chaque fin d'exercice.

3 SCENARIO 2 : SANS PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES

I. Hypothèses retenues pour le scénario 2

Dans ce scénario, les hypothèses sont les mêmes que dans le premier scénario, mais sans panneaux photovoltaïques au sol. Cela a les conséquences suivantes :

- Pas de loyer ni d'indemnités d'entretien versés annuellement par PHOTOSOL
- Pas de prise en charge d'une partie des investissements par PHOTOSOL → remplacement par des emprunts bancaires sur les durées d'amortissement prévues dans le scénario 1

Caractéristiques des emprunts LMT						Capital	Remb. EX 1		Remb. EX 2		Remb. EX 3		Remb. EX 4		Remb. EX 5	
Objet	Montant	durée	dif.	taux	année	restant deb	annuités	intérêts	annuités	intérêts	annuités	intérêts	annuités	intérêts	annuités	intérêts
Andelot 2022	28 998	15 a		3.50	2022	28998.00	2517.75	1014.93	2517.75	962.33	2517.75	907.89	2517.75	851.55	2517.75	793.23
Matériel andelot avril 2023	31 370	7 a		3.00	2023				5035.08	941.10	5035.08	818.28	5035.08	691.78	5035.08	561.48
Plants vigne A oct 2023	2 400	15 a		3.50	2023				208.38	84.00	208.38	79.65	208.38	75.14	208.38	70.48
Plants vigne A mars 23	4 000	15 a		3.50	2023				347.30	140.00	347.30	132.74	347.30	125.23	347.30	117.46
Cloture Andelot 2023	8 990	15 a		3.50	2023				780.56	314.65	780.56	298.34	780.56	281.47	780.56	264.00
Achat brebis	7 160	5 a		2.50	2024						1541.17	179.00	1541.17	144.95	1541.17	110.04
Pompe + surpresseur R	1 670	7 a		3.00	2024						268.05	50.10	268.05	43.56	268.05	36.83
Tunnel protection froid R	5 833	10 a		3.00	2024						683.81	174.99	683.81	159.73	683.81	144.00
Cuve + balance A 2024	4 600	7 a		2.50	2024						724.48	115.00	724.48	99.76	724.48	84.14
Plants vigne R oct 2024	12 000	15 a		3.50	2024						1041.90	420.00	1041.90	398.23	1041.90	375.71
Palissage + pose R	28 998	15 a		3.50	2024						2517.75	1014.93	2517.75	962.33	2517.75	907.89
Système goutte à goutte R	7 500	5 a		2.50	2024						1614.35	187.50	1614.35	151.83	1614.35	115.27
Matériel R 2025	11 667	7 a		3.00	2025								1872.63	350.01	1872.63	304.33
Fûts Andelot	14 702	7 a		3.00	2025								2359.76	441.06	2359.76	383.50
Cloture site R	30 000	15 a		3.50	2025								2604.75	1050.00	2604.75	995.58
Séchoir Andelot	12 500	10 a		3.00	2025								1465.38	375.00	1465.38	342.29
Bassin irrigation R	12 500	15 a		3.50	2025								1085.31	437.50	1085.31	414.83
Framboises R	51 259	10 a		3.00	2025								6009.12	1537.77	6009.12	1403.63
TOTAL	276 147					28 998	2 518	1 015	8 889	2 442	17 281	4 378	32 678	8 177	32 678	7 425

- Rendement vigne et framboises hors panneaux à 100 % : 8t/ha en raisin et 3.48 t/an en framboises

Montants en € en pleine production	Hypothèse 2 sans panneaux	Hypothèse 1 avec panneaux
Produit vente de framboises	12 006 €	17 342 €
Produit vente de raisins frais + secs	74 478 €	72 659 €

- Ajustement des charges concernant les framboises :
 - produits phytosanitaires : 785 €/ha
 - frais de conditionnement (barquettes, cartons) fonction du rendement :

[Tapez ici]

Total en € pour l'exploitation	2023	2024	2025	2026	2027
Barquette 250 g			103 €	103 €	103 €
Carton			33 €	33 €	33 €

[Tapez ici]

- Charges de **main d'œuvre** : récolte fonction du rendement et davantage de traitements

Charges de MO	Total scénario 2	Total scénario 1	Fréquence
Paillage	198 €	198 €	1 an/2
Préparation des pots	182 €	182 €	1 an/2
Mise place gouttières	560 €	560 €	1 an/5
Plantation	134 €	134 €	1 an/2
Mise en place irrigation	184 €	184 €	1 an/2
Fert-irrigation	107 €	107 €	annuel
Desherbage manuel	208 €	208 €	annuel
Récolte manuelle	2 423 €	3 546 €	annuel
Taille/ébourgeonnage	508 €	508 €	1 an/2
Installation auxiliaires	56 €	56 €	annuel
Traitement	345 €	193 €	annuel
Enlèvement culture	490 €	490 €	1 an/2
	5 395 €	6 366 €	

Bilan main d'œuvre annuelle atelier framboise :

Total en € pour l'exploitation	2023	2024	2025	2026	2027	moyenne
Charges de main d'œuvre - scénario 2	- €	- €	5 395 €	3 139 €	4 835 €	4 267 €
Charges de main d'œuvre - scénario 1			6 366 €	4 110 €	5 806 €	5 238 €

- Ajustement des **taxes sur production** et des **charges sociales exploitant** en fonction d'un nouveau chiffre

II. Chiffrage du scénario 2

Le business plan et le chiffrage Anaïs figurent en **annexes 3 et 4**.

Dans le business plan, les cases modifiées par rapport au scénario 1 sont **bleutées**.

Dans ce deuxième scénario, le projet n'est pas équilibré financièrement : la **marge de sécurité est négative tous les ans**, et le **solde de trésorerie est négatif dès la deuxième année**, malgré l'apport initial.

La comparaison des deux scénarii porte à conclure que le projet défini par Monsieur Courtier n'est réalisable qu'avec la participation de PHOTOSOL et la mise en place de panneaux photovoltaïque.

Scénario 1 : Avec Panneaux photovoltaïques

Date :	Octobre 2023
Exploitant :	Christien COUJATIER
Commune :	Andelot + Bimaucourt
Candidat à l'installation :	oui

SAU (ha) : 12,05

VERSION FINALE

Hypothèses plan d'entreprise							
Charges opérationnelles	2023	2024	2025	2026	2027	2026/ha SAU	COMMENTAIRES
Engrais	0 €	84 €	653 €	653 €	1 453 €	54 €	fraises ; framboises ; vignes à partir de la 5ème année
Plants fraises + framboises	0 €	1 400 €	10 013 €	0 €	10 013 €	0 €	fraises et framboises
P. Phytosanitaires	0 €	0 €	141 €	141 €	141 €	12 €	framboises
Assurances sur productions	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	comptées dans le poste global assurances
Frais d'élevage	0 €	3 900 €	3 900 €	3 900 €	3 900 €	324 €	ovins
Achat d'animaux	0 €	7 160 €	0 €	0 €	0 €	0 €	
Total Charges opérationnelles	0 €	12 544 €	14 707 €	4 694 €	15 507 €	380 €	

Hypothèses plan d'entreprise							
Charges de structure	2023	2024	2025	2026	2027	2026/ha SAU	COMMENTAIRES
Assurances	500 €	1 300 €	1 300 €	1 300 €	1 300 €	108 €	0 sur les framboises
ADI	174 €	392 €	498 €	591 €	521 €	49 €	estimées à 0,6% capital restant dû
Services bancaires	150 €	350 €	350 €	350 €	350 €	29 €	
Carburants, lubrifiants	500 €	3 000 €	3 000 €	3 000 €	3 000 €	249 €	
Travaux par tiers	0 €	600 €	600 €	600 €	600 €	50 €	liège et labour fraises + prébutage mécanique
Honoraires	1 000 €	2 500 €	2 575 €	2 500 €	2 575 €	207 €	analyse d'eau framboises + 2500 € compte
Eau, gaz, électricité	100 €	500 €	720 €	720 €	720 €	60 €	elec arrochage
Entretien & achat petit matériel	1 000 €	1 000 €	1 700 €	1 700 €	1 700 €	141 €	
Fermages & MAD foncier	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	
Fournitures, consommables	600 €	1 000 €	5 248 €	5 699 €	8 448 €	473 €	framboises : tuteur 1 an/2 + barquettes + cartons ; adrin : 600 € ; raiin : 1300 € en 2025 et 4500 € dès 2026; barquettes fraises 250 € ; paille et plastique sol 150 €
Impôts & taxes	215 €	215 €	215 €	215 €	215 €	18 €	source = exploitant
Locations, crédit bail	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	
Charges de personnel	0 €	6 500 €	19 366 €	20 610 €	31 306 €	1 710 €	MD framboises + 13 000 € pour un salarié dès mi 2024 + 3500 € de saisonniers dès 2026 + un apprenti dès 2027 à 9000€/an
Charges sociales exploitants	3 800 €	3 800 €	3 800 €	3 800 €	11 300 €	664 €	estimées à 43 % résultat : 3800 €/an = minimum
Taxes sur productions	0 €	240 €	822 €	1 358 €	1 358 €	113 €	1% CA fruits + 0,5% CA animaux
Transports & déplacements	500 €	500 €	500 €	500 €	500 €	41 €	
Cotisations professionnelles	0 €	0 €	260 €	260 €	260 €	22 €	Abonnement l'annuaire légumes
Divers	500 €	1 000 €	1 500 €	1 500 €	1 500 €	124 €	par sécurité
Documentation	150 €	150 €	150 €	150 €	150 €	12 €	
Frais de communication	200 €	500 €	1 400 €	800 €	800 €	66 €	
Total Charges de structure	9 389 €	23 549 €	44 104 €	49 853 €	66 404 €	4 137 €	
TOTAL CHARGES	9 389 €	36 093 €	58 811 €	54 547 €	81 911 €	4 527 €	

Hypothèses Plan d'entreprise							
Produits	2023	2024	2025	2026	2027	2026/ha SAU	COMMENTAIRES
Vente de fruits rouges + raisins frais	0 €	23 980 €	46 628 €	90 288 €	90 288 €	7 493 €	cf. détails dans doc joint
Vente d'animaux	0 €	0 €	7 399 €	7 399 €	7 399 €	614 €	53 agneaux vendus à 133 €/tête
Vente de raisins secs	0 €	0 €	8 532 €	8 532 €	8 532 €	708 €	300 kg raisin sec dès 2025
Variations inventaire animaux	0 €	5 000 €	0 €	0 €	0 €	0 €	
Locations & act. commerciales	0 €	16 875 €	16 875 €	16 875 €	16 875 €	1 400 €	loyer photovoltaïque 1500 €/ha sur 11,25 ha
Indemnités d'exploitation	0 €	3 375 €	3 375 €	3 375 €	3 375 €	280 €	indemnité entretien panneaux 300 €/ha sur 11,25 ha
Subventions d'exploitation	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	
Produits autres	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	
TOTAL PRODUITS	0 €	49 230 €	82 809 €	126 469 €	126 469 €	10 495 €	

Hypothèses Plan d'entreprise							
Excédent brut d'exploitation	2023	2024	2025	2026	2027	2026/ha SAU	COMMENTAIRES
EBE avant rémunération	-9 289 €	13 137 €	23 997 €	71 922 €	44 559 €	5 969 €	
Efficacité économique (EBE/produits) en %	-	27%	29%	57%	35%		

Hypothèses Plan d'entreprise						
Prélèvements privés	2023	2024	2025	2026	2027	COMMENTAIRES
Prélèvements privés courants	0 €	0 €	5 000 €	25 000 €	24 000 €	
Prélèvements privés exceptionnels	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	
TOTAL prélèvements privés	0 €	0 €	5 000 €	25 000 €	24 000 €	

Hypothèses Plan d'entreprise						
Annuités	2023	2024	2025	2026	2027	COMMENTAIRES
Annuités historiques de l'exploitation	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	
Annuités nouvelles de l'exploitation	2 518 €	8 889 €	12 197 €	17 894 €	17 894 €	
Annuités privés professionnelles	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	
TOTAL annuités	2 518 €	8 889 €	12 197 €	17 894 €	17 894 €	

Hypothèses Plan d'entreprise						
Frais financiers court terme	2023	2024	2025	2026	2027	COMMENTAIRES
Frais financiers court terme	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	
TOTAL frais financiers CT	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	

Hypothèses Plan d'entreprise						
Marge de sécurité	2023	2024	2025	2026	2027	COMMENTAIRES
Marge de sécurité	-11 907 €	4 248 €	6 801 €	29 028 €	2 964 €	

Date :	Octobre 2023
Exploitant :	Christian COURTIER
Commune :	Andelot + Rimaucourt
Candidat à l'installation :	ouf

Scénario 2 : Sans panneaux

SAU (ha) : 12,05

VERSION FINALE

Hypothèses plan d'entreprise							
Charges opérationnelles	2023	2024	2025	2026	2027	2026/ha SAU	COMMENTAIRES
Ingrais	0 €	84 €	653 €	653 €	1 453 €	54 €	fraises ; framboises ; vignes à partir de la 5ème année
Plants fraises + framboises	0 €	1 400 €	10 013 €	0 €	10 013 €	0 €	fraises et framboises
P. Phytosanitaires	0 €	0 €	181 €	181 €	181 €	15 €	framboises
Assurances sur productions	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	comptées dans le poste global assurances
Frais d'élevage	0 €	3 900 €	3 900 €	3 900 €	3 900 €	324 €	ovins
Achat d'animaux	0 €	7 160 €	0 €	0 €	0 €	0 €	
Total Charges opérationnelles	0 €	12 544 €	14 747 €	4 734 €	15 547 €	393 €	
Hypothèses plan d'entreprise							
Charges de structure	2023	2024	2025	2026	2027	2026/ha SAU	COMMENTAIRES
Assurances	500 €	1 300 €	1 300 €	1 300 €	1 300 €	100 €	0 sur les framboises
Adi	174 €	446 €	813 €	1 532 €	1 585 €	127 €	estimée à 0,6% capital restant dû
Services bancaires	150 €	350 €	350 €	350 €	350 €	29 €	
Carburants, lubrifiants	500 €	3 000 €	3 000 €	3 000 €	3 000 €	249 €	
Travaux par tiers	0 €	600 €	600 €	600 €	600 €	50 €	Hemage et labour fraises + prébutage mécanique
Honoraires	1 000 €	2 500 €	2 575 €	2 500 €	2 575 €	207 €	analyse d'eau framboises + 2500 € compte
Eau, gaz, électricité	100 €	500 €	720 €	720 €	720 €	60 €	élec arrochage
Entretien & achat petit matériel	1 000 €	1 000 €	1 700 €	1 700 €	1 700 €	141 €	
Fermeages & MAD foncier	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	
Fournitures, consommables	600 €	1 002 €	5 183 €	5 638 €	8 388 €	468 €	framboises : semis 1 an/2 + barquettes + cartons ; admin : 600 € ; raisin : 1300 € en 2025 et 4500 € dès 2026; barquettes fraises 252 € ; paille et plastique sol 150 €
Impôts & taxes	215 €	215 €	215 €	215 €	215 €	18 €	source = exploitant
Locations, crédit bail	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	
Charges de personnel	0 €	6 500 €	18 395 €	19 639 €	30 335 €	1 630 €	MD framboises + 13 000 € pour un salarié dès ml 2024 + 3500 € de saisonniers dès 2026 + un apprenti dès 2027 à 9000€/an estimée à 45 % résultat : 3500 €/an = minimum
Charges sociales exploitants	3 800 €	3 800 €	3 800 €	3 800 €	3 800 €	315 €	
Taxes sur productions	0 €	240 €	868 €	1 323 €	1 323 €	110 €	1% CA fruits + 0,5% CA animaux
Transports & déplacements	500 €	500 €	500 €	500 €	500 €	41 €	
Cotisations professionnelles	0 €	0 €	260 €	260 €	260 €	22 €	Abonnement Planète légumes
Divers	500 €	1 000 €	1 500 €	1 500 €	1 500 €	124 €	par sécurité
Documentation	150 €	150 €	150 €	150 €	150 €	12 €	
Frais de communication	200 €	500 €	1 400 €	800 €	800 €	66 €	
Total Charges de structure	9 389 €	23 603 €	43 334 €	45 527 €	58 901 €	3 778 €	
TOTAL CHARGES	9 389 €	36 147 €	58 081 €	50 261 €	74 448 €	4 171 €	

Hypothèses Plan d'entreprise							
Produits	2023	2024	2025	2026	2027	2026/ha SAU	COMMENTAIRES
Vente de fruits rouges + raisins frais	0 €	23 980 €	41 282 €	86 772 €	86 772 €	7 201 €	cf. détail dans doc joint
Vente d'animaux	0 €	0 €	7 399 €	7 399 €	7 399 €	614 €	53 agneaux vendus à 133 €/tête
Vente de raisins secs	0 €	0 €	8 532 €	8 532 €	8 532 €	708 €	300 kg raisin sec dès 2025
Variations inventaire animaux	0 €	5 000 €	0 €	0 €	0 €	0 €	
Locations & act. commerciales	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	
Indemnités d'exploitation	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	
Subventions d'exploitation	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	
Produits autres	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	
TOTAL PRODUITS	0 €	28 980 €	57 223 €	102 703 €	102 703 €	8 523 €	

Hypothèses Plan d'entreprise							
Excédent brut d'exploitation	2023	2024	2025	2026	2027	2026/ha SAU	COMMENTAIRES
EBE avant rémunération	-9 389 €	-7 167 €	-658 €	52 442 €	28 255 €	4 352 €	
Efficacité économique (EBE/produits) en %	-	-25%	-1%	51%	28%		

Hypothèses Plan d'entreprise							
Prélèvements privés	2023	2024	2025	2026	2027	2026/ha SAU	COMMENTAIRES
Prélèvements privés courants	0 €	0 €	5 000 €	25 000 €	24 000 €		
Prélèvements privés exceptionnels	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €		
TOTAL prélèvements privés	0 €	0 €	5 000 €	25 000 €	24 000 €		

Hypothèses Plan d'entreprise							
Annuités	2023	2024	2025	2026	2027	2026/ha SAU	COMMENTAIRES
Annuités historiques de l'exploitation	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €		
Annuités nouvelles de l'exploitation	2 558 €	8 889 €	17 281 €	32 678 €	32 678 €		
Annuités privés professionnelles	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €		
TOTAL annuités	2 558 €	8 889 €	17 281 €	32 678 €	32 678 €		

Hypothèses Plan d'entreprise							
Frais financiers court terme	2023	2024	2025	2026	2027	2026/ha SAU	COMMENTAIRES
Frais financiers court terme	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €		
TOTAL frais financiers CT	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €		

Hypothèses Plan d'entreprise							
Marge de sécurité	2023	2024	2025	2026	2027	2026/ha SAU	COMMENTAIRES
Marge de sécurité	-11 907 €	-18 056 €	-23 129 €	-5 235 €	-28 423 €		

**Annexe 8 : Etude de luminosité pour le projet agrivoltaïque de Rimaucourt
(source : Lucisun)**



[Tapez ici]



Client	<i>Photosol</i>
Référence	<i>2022—PHTS-RMC-01-v2.0</i>
Date	<i>5 décembre 2022</i>
Contact	<i>Jonathan Leloux</i>
Email	<i>jonathan.leloux@lucisun.com</i>
Tel	<i>(+32) 468 08 37 38</i>

[Tapez ici]

[Tapez ici]

LuciSun, Rue Saint-Jean, 29, Sart-Dames-Avelines, Belgium
Etude de luminosité pour projet d'agrivoltaïsme Rimaucourt
5 décembre 2022
2

[Tapez ici]

TABLE DES MATIERES

Contents

1. INTRODUCTION	4
2. MODÉLISATION 3D ET ÉVALUATION DE LA RESSOURCE SOLAIRE	8
3. RÉSULTATS DES MODÉLISATIONS 3D DE LA RESSOURCE SOLAIRE	19
4. INTERPRÉTATIONS AGRONOMIQUES	32
5. RÉFÉRENCES	40

1. INTRODUCTION

Photosol souhaite développer sur le site de la Rimaucourt (Haute-Marne, France), une installation agrivoltaïque d'une puissance de quelques MWc, à déterminer selon le design choisi, dans le but de valider des éléments de coûts (CAPEX, OPEX) et de niveau de luminosité pour les plantes. Les plantations cultivées seront des vignes et des framboisiers.

Descriptif du projet

Le projet est situé sur une parcelle agricole sur la commune de Rimaucourt, en Haute-Marne, France (52423). Photosol projette d'installer des panneaux solaires photovoltaïques au-dessus de cultures de vignes et de framboisiers. Une vue d'ensemble d'une première idée de l'installation projetée est montrée sur la Figure 1 et sur la Figure 2.

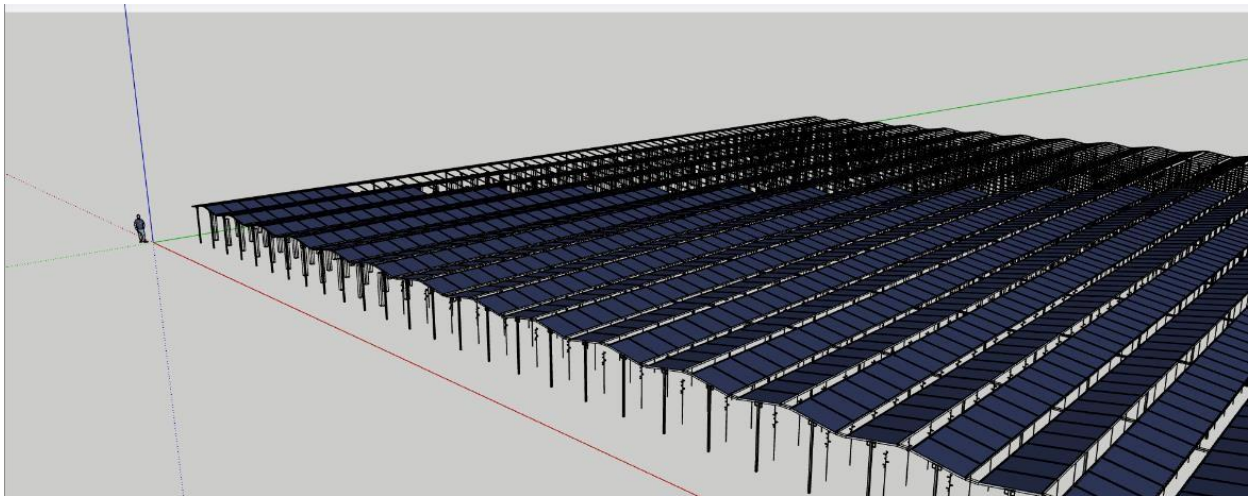


Figure 1 : Vue d'ensemble d'une première idée de l'installation projetée. Vue du haut.

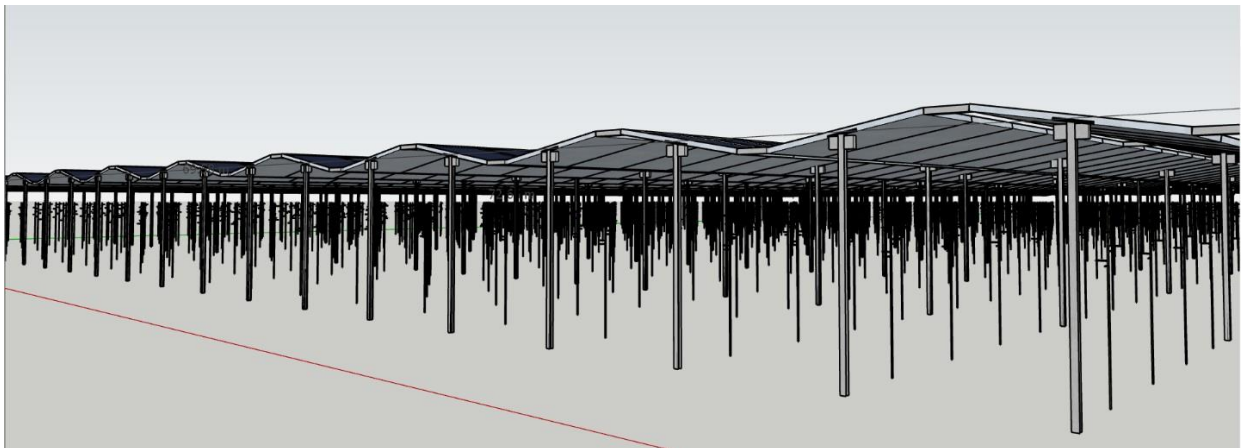


Figure 2 : Vue d'ensemble d'une première idée de l'installation projetée. Vue du dessous.

Dimensions importantes de la scène 3D :

- Distance point équivalent entre deux rangées de plantes : 206 cm
- Distance point équivalent entre deux plantes successives : 600 cm
- Hauteur sol - module PV (centre) : 250 cm

Panneaux photovoltaïques utilisés

- Dimension : 1,7m x 1m
- Semi-transparence :
 - 0% avec puissance de 340 Wc et rendement surfacique de 20% ;
 - 51% avec puissance de 170 Wc et rendement surfacique de 10% (suivant le modèle Sonnenstrom Fabrik monocristallin, voir Figure 3).

Les valeurs ci-dessus sont typiques des modules actuellement disponibles sur le marché.

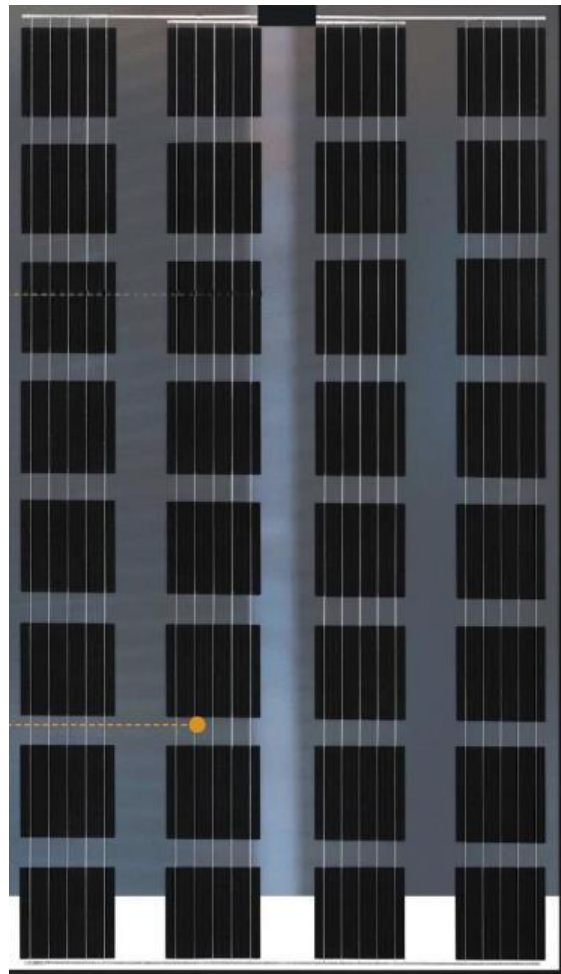


Figure 3 : Configuration des modules photovoltaïques avec semi transparence de 51%.

Plaque de polycarbonate

- Dimension : identique aux panneaux ;
- Transmittance sous condition de propreté parfaite : 76% ;
- Comportement optique assimilé à un diffuseur pur.

Une salissure de 3% par face est considérée dans ce projet, tant pour les modules photovoltaïques que pour les plaques de polycarbonate.

Scénarios étudiés

- 0) Référence (est-ouest et nord-sud): Arbres seuls sans structures ni panneaux
 - 0.1 Vigne
 - 0.2 Framboisier
- 1) Panneaux est-ouest : Panneaux PV pleins
 - 1.1 Vigne
 - 1.2 Framboisier
- 2) Panneaux est-ouest : Panneaux PV semi-transparent 51%
 - 2.1 Vigne
 - 2.2 Framboisier
- 3) Panneaux est-ouest : Panneaux PV pleins côté ouest alternés avec rangée avec plaque polycarbonate côté est.
 - 3.1 Vigne
 - 3.2 Framboisier
- 4) Panneaux est-ouest: Alternance entre panneaux pleins et plaques polycarbonate (1 panneau plein, 1 plaque polycarbonate) de même taille d'un panneau (alternance dans l'axe nord sud). Les modules ouest seront disposés en quinconces des modules est.
 - 4.1 Vigne
 - 4.2 Framboisier
- 5) Panneaux nord-sud: Panneaux PV pleins côté sud alternés avec rangée avec plaque polycarbonate côté nord
 - 5.1 Vigne
 - 5.2 Framboisier

Les scénarios 3 et 5 ont été simulés avec deux positions différentes de l'arbre analysé : une fois avec l'arbre étudié situé sous une rangée de panneaux PV et une seconde fois avec l'arbre d'intérêt situé sous la plaque de polycarbonate. En effet, la position de l'arbre étudié est très importante pour ces scénarios puisque l'irradiance reçue sera très différente d'un cas à l'autre. Par exemple, la face supérieure de la plante recevra bien plus d'irradiance diffuse lorsque la plante est située sous la plaque que si elle est juste en dessous d'une rangée de panneaux PV, puisque dans ce dernier cas, une grande partie de la lumière est interceptée par les panneaux PV. Une situation relativement opposée se produit sur les surfaces verticales des cultures, où une quantité plus importante de lumière arrive lorsque les rangées de plantes voisines sont couvertes d'une plaque polycarbonate au lieu d'une rangée de panneaux. D'un autre côté, les faces verticales des plantes reçoivent moins d'irradiance lorsque ces plantes sont situées juste en-dessous d'une plaque polycarbonate, puisque cela implique que les rangées adjacentes sont situées sous les panneaux, ce qui conduit à une réduction de la lumière qui parvient de manière diagonale sur les plantes. Des illustrations de ces phénomènes sont montrées plus bas. Afin d'étudier l'effet des structures, ces scénarios ont également été simulés avec ou sans structures porteuses des plaques de polycarbonates.

Dimension des cultures

- Vignes
 - Longueur : 560 cm ;
 - Largeur: 40 cm ;
 - Hauteur du pied depuis le sol: 70 cm ;
 - Hauteur maximum depuis le sol: 180 cm (lumière à évaluer entre 70 cm et 180cm).
- Framboisiers
 - Longueur : 560 cm ;
 - Largeur: 40 cm ;
 - Hauteur du pot depuis le sol: 40 cm ;
 - Hauteur du pied depuis le haut du pot: 10 cm ;
 - Hauteur maximum depuis le sol : 150 cm (lumière à évaluer entre 50 cm et 150cm).

2. MODÉLISATION 3D ET ÉVALUATION DE LA RESSOURCE SOLAIRE

L'étude comporte deux parties distinctes :

- La simulation d'irradiation et d'ombrage ;
- Le volet agronomique.

Les simulations de la ressource solaire disponible pour les plantes ont été réalisées par LuciSun au moyen de l'outil spécialisé Lusim, qui utilise les fonctionnalités avancées des cartes graphiques des ordinateurs modernes. Avec la technologie actuelle, pratiquement tous les ordinateurs modernes sont caractérisés par une unité de traitement par carte graphique (GPU) à usage spécifique. Au cours de la dernière décennie, les performances des GPU ont beaucoup progressé, principalement en raison de la demande sans cesse croissante émanant de l'industrie des jeux vidéo. Les GPU modernes sont très efficaces pour manipuler les graphiques informatiques et le traitement des images, et leur structure hautement parallèle les rend plus efficaces que les unités centrales de traitement (CPU) à usage général pour les algorithmes conçus pour traiter de grands blocs de données en parallèle. La disponibilité de GPU puissantes ouvre des possibilités pour la simulation de scènes d'ombrage complexes en 3D appliquées aux systèmes photovoltaïques ou agrivoltaïques, car les ombrages projetés peuvent être évalués avec une très haute résolution spatiale. La méthodologie appliquée par Lusim pour l'évaluation d'ombrages complexes a été présentée de manière plus détaillée dans une publication scientifique (Robledo et al., 2019), et elle a été appliquée à plusieurs dizaines d'études.

Les simulations prennent en compte les 5 groupes de configurations décrites précédemment (différentes orientations, semi-transparence, etc.). Ces simulations ont été réalisées au pas de temps horaire, et les résultats sont fournis par agrégation sur des pas de temps horaire et mensuel. Les études portent sur un bloc central représentatif des cultures et supposé sans effet de bord, qui s'étend entre deux supports verticaux successifs des structures porteuses des panneaux photovoltaïques. Les études lumineuses séparent les composantes de l'irradiance solaire directe et diffuse.

Les diffuseurs optiques ont été modélisés dans Lusim comme des éléments diffuseurs purs, ce qui signifie que la lumière qui traverse ces diffuseurs est réémise de manière purement diffuse isotropique. Dans la pratique, ce n'est pas strictement le cas, et un halo de lumière plus ou moins grand est présent, ce qui se traduit par la présence d'une composante circumsolaire de l'irradiance solaire. Cependant, il n'est pas encore possible de modéliser ce genre de phénomène de diffusion complexe dans Lusim. L'influence de la prise en compte des diffusions partiellement directionnelles exerce une influence modérée dans les résultats de simulations et de leurs conséquences pour ce projet, et la simplification a donc été appliquée. De la même manière, la version actuelle de Lusim ne peut gérer que deux types de transmittance par scénario de simulation. Dans le cas de ce projet, les deux types de transmittance utilisées consistent d'une part en des matériaux complètement opaques, avec une transmittance de 0%, comme par exemple les panneaux photovoltaïques pleins et les structures de support, et d'autre part en des matériaux diffuseurs purs, qui sont représentés par les plaques polycarbonate. Le design de l'installation agrivoltaïque prévoit de petits espaces entre les modules et les plaques polycarbonates, qui devraient de manière rigoureuse toujours être modélisés comme des éléments dont la transmittance est de 100% et qui ne provoquent pas de diffusion. Cependant, lorsque des diffuseurs sont présents, le modèle a été simplifié en supposant que ces espaces entre modules et plaques polycarbonates agissent également en tant que diffuseurs purs, ce qui ne devrait engendrer que des différences mineures sur les résultats des simulations et leur

interprétation agronomique. En l'absence de diffuseurs, alors les espaces entre modules ont bien été modélisés avec une transmittance de 100% et sans caractère diffuseur.

Les résultats ont été obtenus pour plusieurs hauteurs différentes le long d'un profil vertical sur une plante de hauteur déterminée, et par une intégration de la quantité d'irradiance exprimée en W/m^2 reçue par le modèle simplifié de plante, en modélisant la plante par un modèle simple qui consiste en une combinaison de formes géométriques simples (parallépipèdes rectangles) qui servent de compartiments sur lesquels l'irradiance incidente est simulée. La résolution spatiale (maillage) a été déterminée par LuciSun afin de garantir un bon compromis entre temps de calcul et qualité des résultats.

La ressource solaire utilisée est issue d'une série temporelle (PVGIS-SARAH2, 2005-2020) au pas de temps horaire, contenant plusieurs composantes de l'irradiance directe et diffuse. Un TMY n'est pas compatible avec ce genre d'étude car il retire les événements extrêmes et filtre les facteurs limitants de la plante et donc atténue l'impact de la réduction de la luminosité. Un TMY a été utilisé comme référence par rapport à laquelle les annuelles réelles ont été évaluées, de manière à sélectionner des scénarios correspondant à l'année la moins et la plus favorable en termes de ressource solaire. Pour une meilleure évaluation de l'impact de l'irradiation sur la croissance de la végétation, l'irradiation a également été agrégée sur des périodes clés pour leur impact sur les plantes.

L'ensemble de ces résultats de simulation ont ensuite été utilisés pour réaliser une interprétation agronomique qui vise à qualifier les impacts potentiels de la baisse du niveau d'irradiance en fonction du type de configuration de structures. Le volet agronomique s'est basé sur une première partie d'analyse bibliographique sur le type de modèle de plante simplifié, représenté par une enveloppe extérieure en forme de parallépipède rectangle, qui a servi comme paramètre d'entrée à la partie simulation d'irradiation.

Division des plantes

Les plantes sont modélisées en 3D comme sous forme de parallélépipèdes rectangles. La luminosité sur les plantes est étudiée selon trois hauteurs de même dimension sur chacune des deux faces principales de la plante, et il y a une zone supplémentaire correspondant à la face supérieur horizontale (en grisé sur la Figure 4). Chacune des plantes est donc divisée en 7 zones sur lesquelles la quantité de lumière est évaluée. Sur cette figure, les faces vertes, turquoises et jaunes sont des surfaces verticales orientées à l'ouest, alors que les faces rouges, bleues et mauves sont des surfaces verticales orientées à l'est. La face grisée correspond à la face horizontale supérieure de la plante.

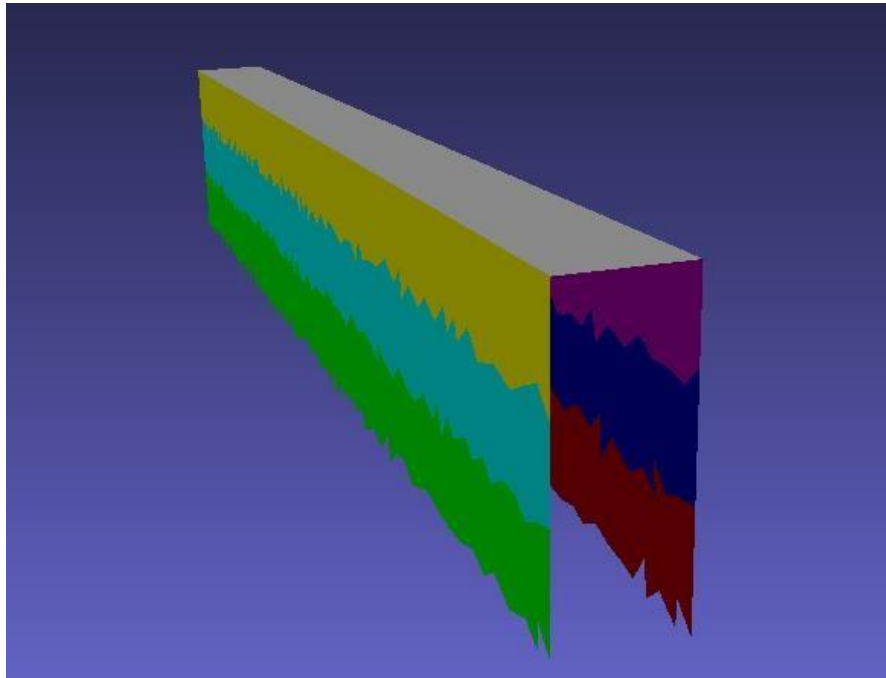


Figure 4 : Zones d'étude de la luminosité sur les plantes (7 zones).

Un modèle 3D a été construit pour chacune des configurations. Les figures ci-dessous illustrent quelques exemples.

Exemples de modélisation 3D pour différents scénarios

La Figure 5 montre le scénario de référence avec framboisiers et sans structures ni panneaux ni plaque. Ce scénario est utilisé pour évaluer la quantité de lumière reçue par les plantes en l'absence de projet photovoltaïque, et qui sert de point de comparaison pour les scénarios ultérieurs.

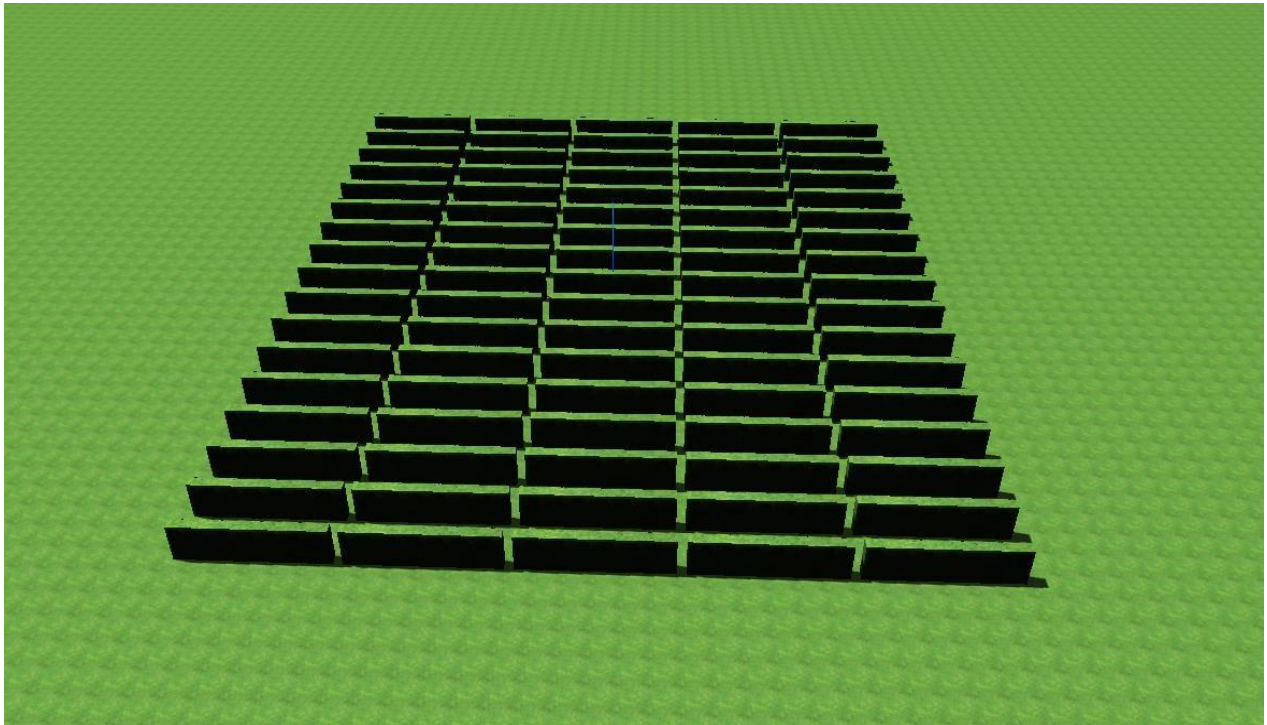


Figure 5 : Scénario de référence avec framboisiers et sans structures ni panneaux ni plaque.

La Figure 6 montre un exemple de Modèle 3D construit pour Rimaucourt, vu depuis le sol.

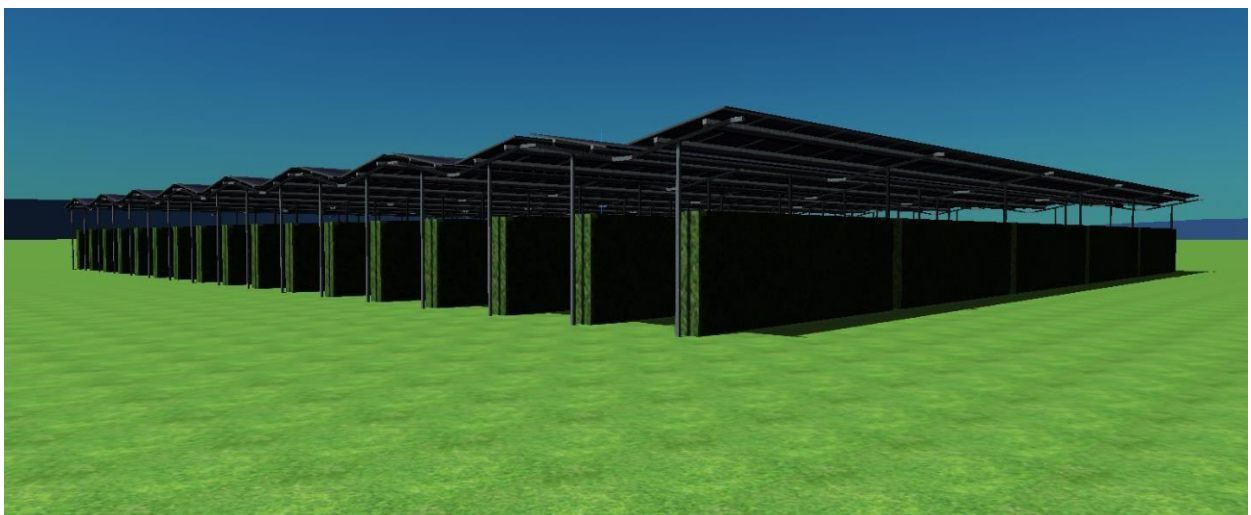


Figure 6 : Exemple de Modèle 3D construit pour Rimaucourt, vu depuis le sol.

La Figure 7 montre ce même scénario de l'installation photovoltaïque totalement recouverte de panneaux pleins, en vue de haut (Scénario 1).

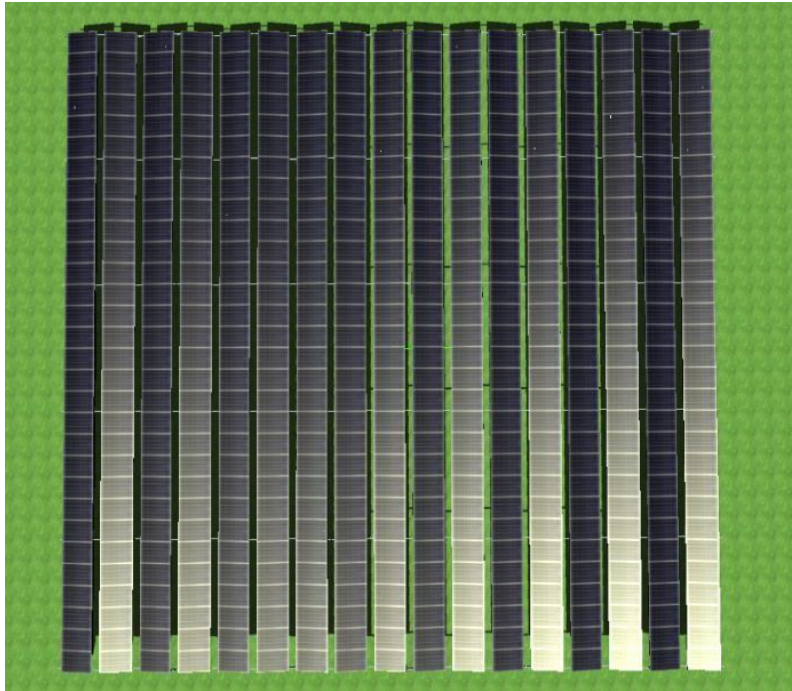


Figure 7 : Scénario de l'installation photovoltaïque totalement recouverte de panneaux pleins, en vue de haut (Scénario 1).

La Figure 8 montre le scénario correspondant à une installation photovoltaïque avec une alternance de panneaux photovoltaïques pleins et de plaques polycarbonates diffuseuses en quinconce (Scénario 4). Les panneaux diffuseurs ne sont pas visibles sur les images par que l'interface graphique de Lusim dans sa version actuelle ne permet pas de gérer les surfaces translucides, mais ce caractère optique diffuseur est pris en compte dans les simulations.

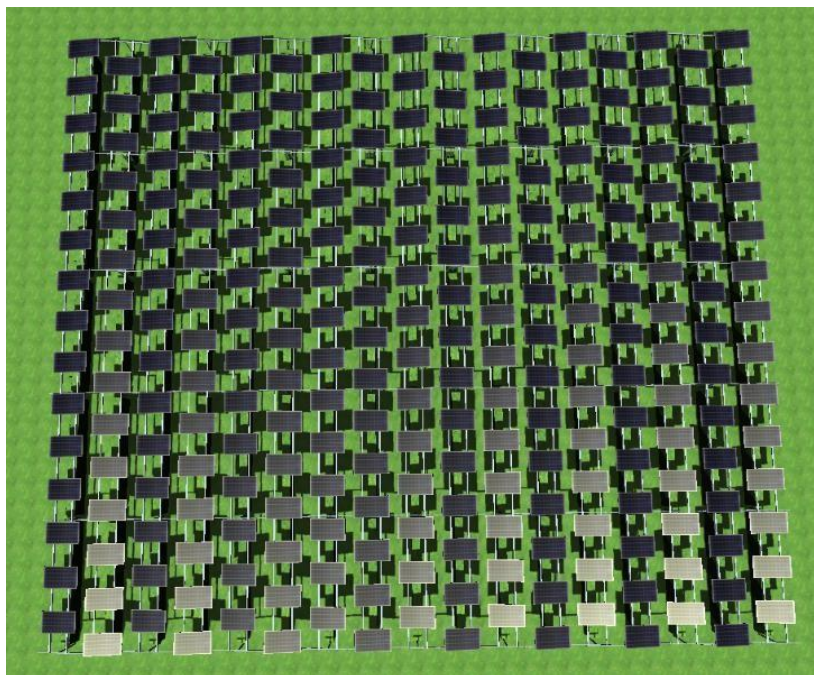


Figure 8 : Scénario correspondant à une installation photovoltaïque avec une alternance de panneaux photovoltaïques pleins et de plaques polycarbonates diffuseuses en quinconce (Scénario 4).

La Figure 9 montre le scénario correspondant à une installation photovoltaïque avec des panneaux dont la semi transparence est de 51%.

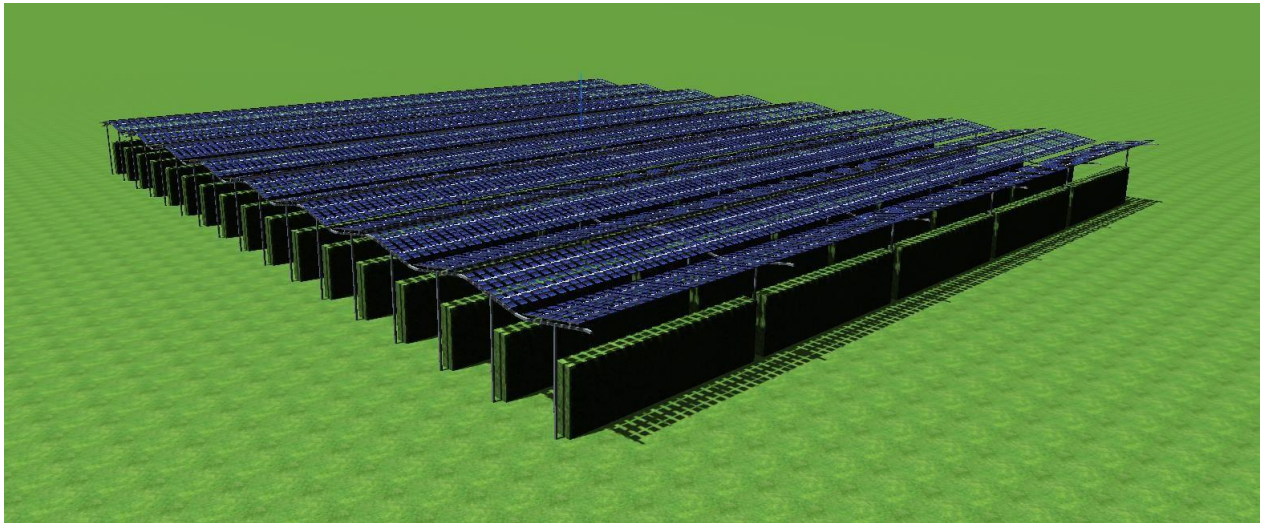


Figure 9 : Exemple de Modèle 3D construit pour Rimaucourt, vu depuis le côté avec 51% de semi-transparence.

La Figure 10 montre un scénario 3D avec panneaux PV pleins et des cultures dont les dimensions sont représentatives du framboisier.

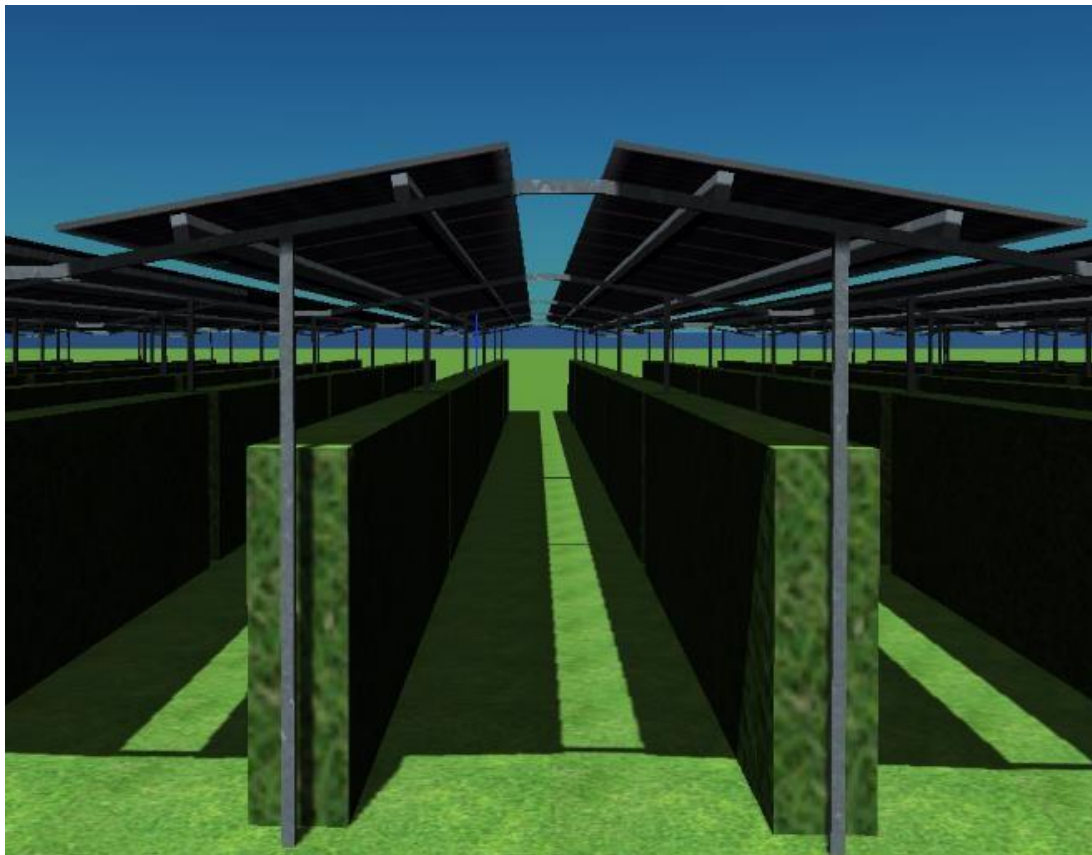


Figure 10 : scénario 3D avec panneaux PV pleins et des cultures dont les dimensions sont représentatives du framboisier.

La Figure 11 montre un scénario 3D avec panneaux PV pleins et des cultures dont les dimensions sont représentatives de la vigne.

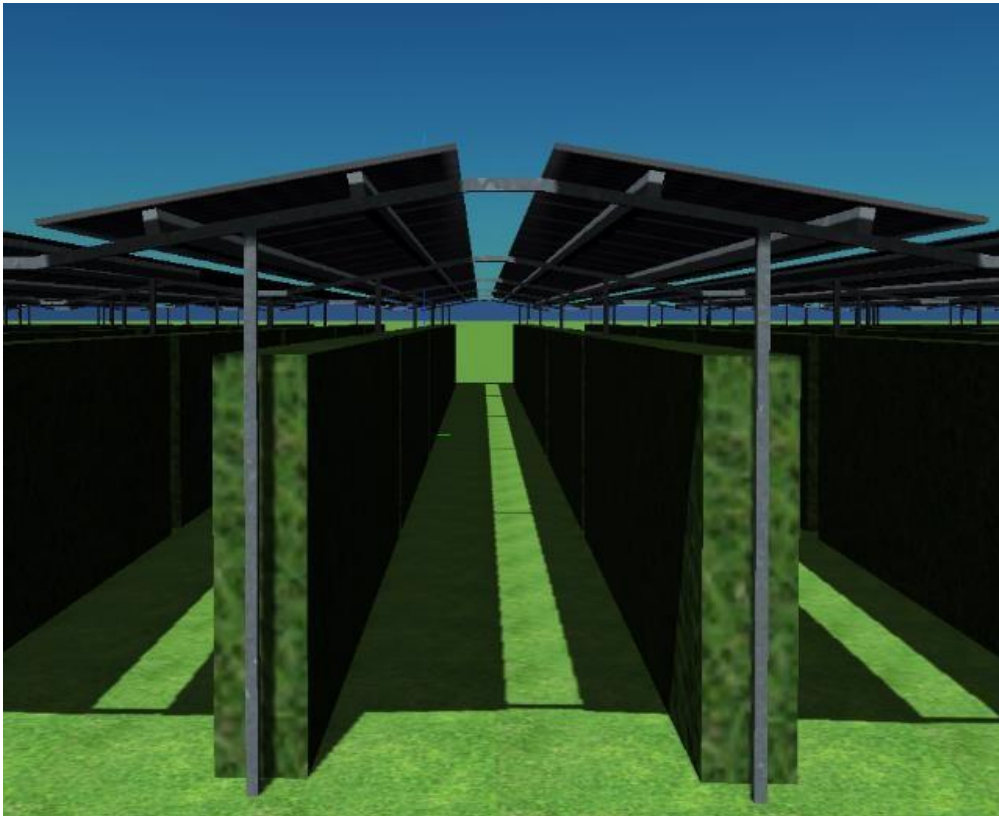


Figure 11 : scénario 3D avec panneaux PV pleins et des cultures dont les dimensions sont représentatives de la vigne.

La Figure 12 montre avec Panneaux PV pleins côté ouest alternés, plaque polycarbonate côté est, sans structure pour la plaque polycarbonate.

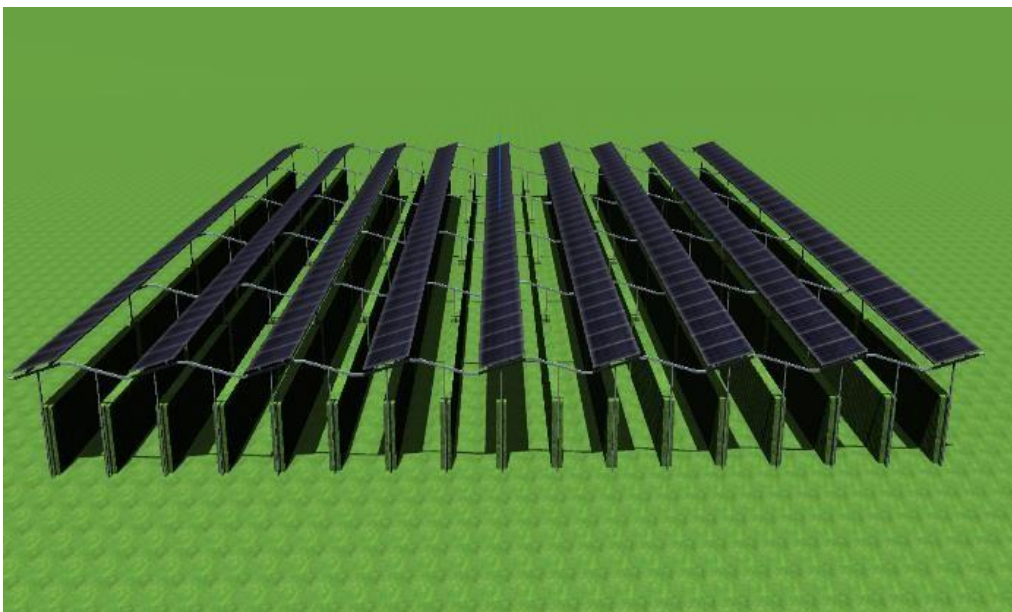


Figure 12 : Scénario avec Panneaux PV pleins côté ouest alternés, plaque polycarbonate côté est, sans structure pour la plaque polycarbonate.

La Figure 13 montre avec Panneaux PV pleins côté ouest alternés, plaque polycarbonate côté est, avec structure pour la plaque polycarbonate.

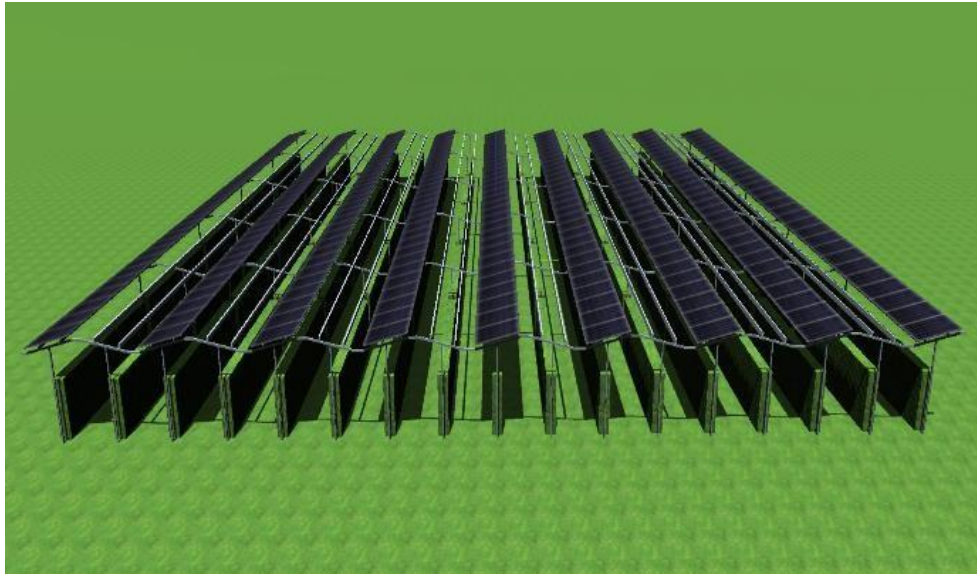


Figure 13 : Scénario avec Panneaux PV pleins côté ouest alternés, plaque polycarbonate côté est, avec structure pour la plaque polycarbonate.

L'interception lumineuse par les structures et les panneaux a été modélisée sur chacune des surfaces des plantes, et pour chaque configuration. La fraction du ciel vue par les surfaces de la plante est très différente d'une configuration à une autre. Par exemple, le cas de référence verra l'entièreté du ciel alors que le Scénario 1 n'aura droit qu'à une vue minimale de celui-ci car elle est bloquée par les panneaux PV pleins.

La Figure 14 montre l'interception lumineuse en vue hémisphérique depuis le haut de la plante, pour le scénario de référence (Scénario 0), et le scénario qui correspond à la couverture totale par des panneaux photovoltaïques (Scénario 1).

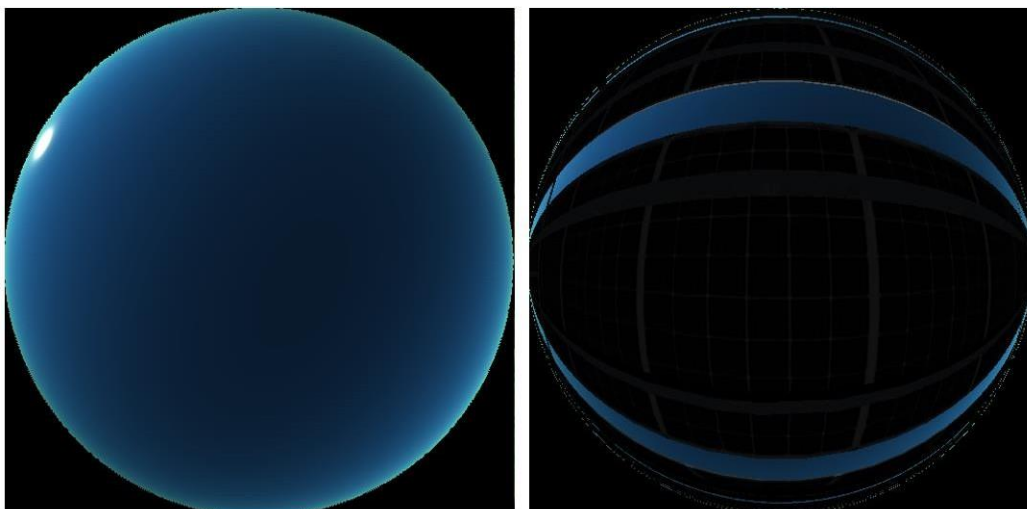


Figure 14 : Interception lumineuse en vue hémisphérique depuis le haut de la plante, pour le scénario de référence (Scénario 0 - gauche), et pour le scénario qui correspond à la couverture totale par des panneaux photovoltaïques (Scénario 1).

De manière complémentaire, la Figure 15 montre l'interception lumineuse en vue hémisphérique depuis le côté de la plante, pour le scénario de référence (Scénario 0), et le scénario qui correspond à la couverture totale par des panneaux photovoltaïques (Scénario 1).

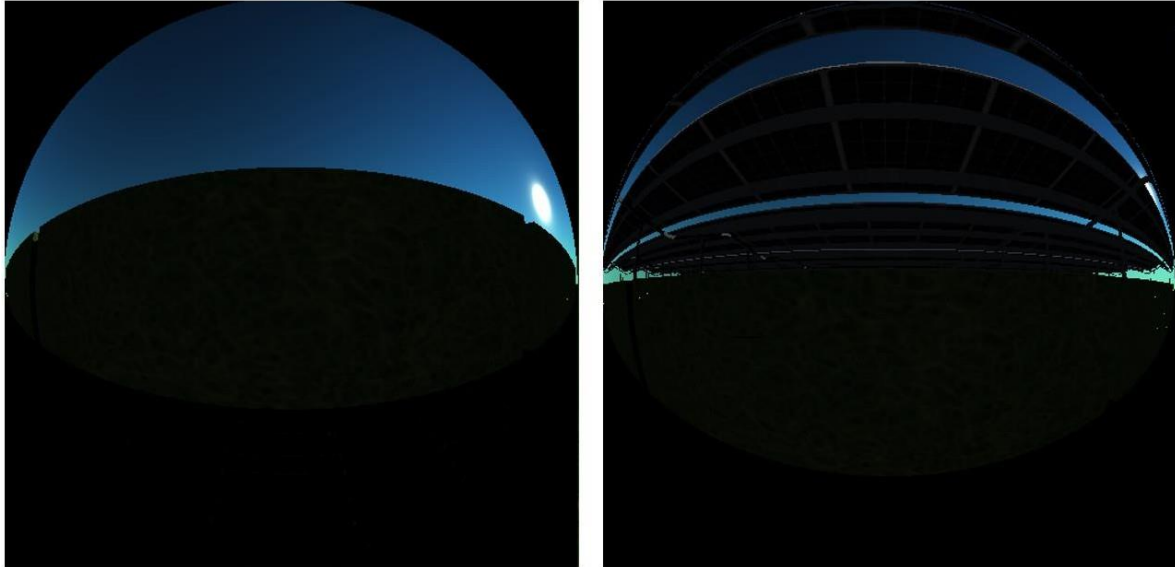


Figure 15 : *Interception lumineuse en vue hémisphérique depuis le côté de la plante, pour le scénario de référence (Scénario 0), et le scénario qui correspond à la couverture totale par des panneaux photovoltaïques (Scénario 1).*

La Figure 16 montre le Scénario 2 avec les panneaux semi-transparents, qui offre une plus grande visibilité du ciel aux plantes par rapport au Scénario 1 avec modules pleins.

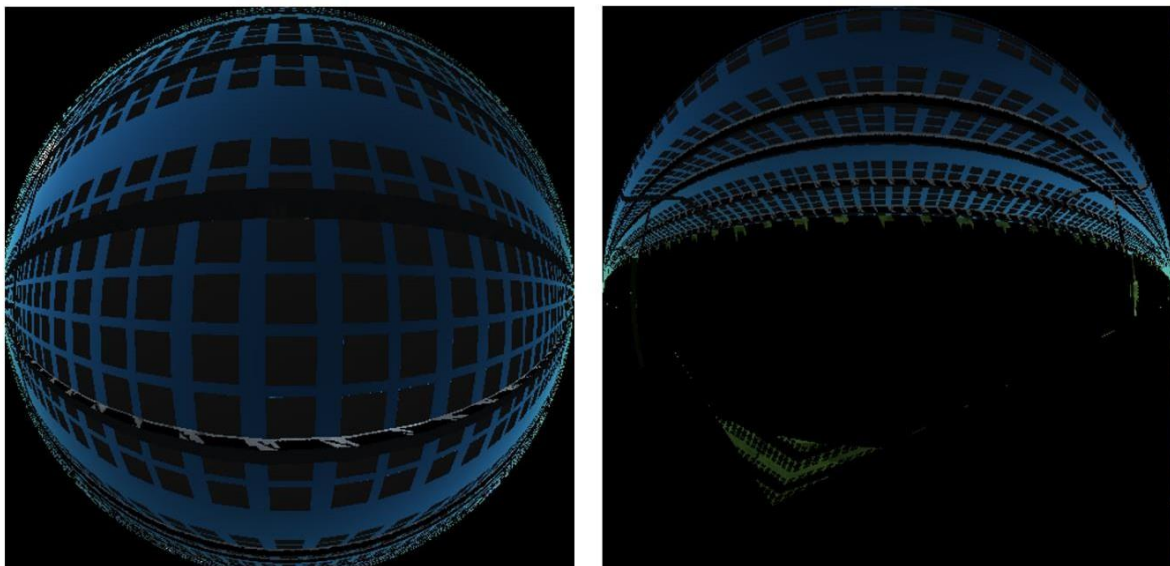


Figure 16 : *Scénario 2 avec les panneaux semi-transparents, qui offre une plus grande visibilité du ciel aux plantes par rapport au Scénario 1 avec modules pleins. Vue hémisphérique du haut (gauche) et du côté de la plante (droite).*

Comme mentionné plus haut, les scénarios 3 et 5 ont été simulés de différentes façons, tout d'abord afin de déduire l'influence de la position de l'arbre sur les résultats obtenus, mais aussi pour étudier l'effet de la structure porteuse de la plaque de polycarbonate. La Figure 17 représente la fraction du ciel vue par la face supérieure de la plante en fonction de la position de l'arbre. Sur la figure de gauche, l'arbre étudié est situé sous la plaque de polycarbonate, alors que sur la figure de droite, l'arbre se situe sous la rangée de panneaux PV. On observe donc une plus grande fraction du ciel avec un arbre situé sous la plaque.

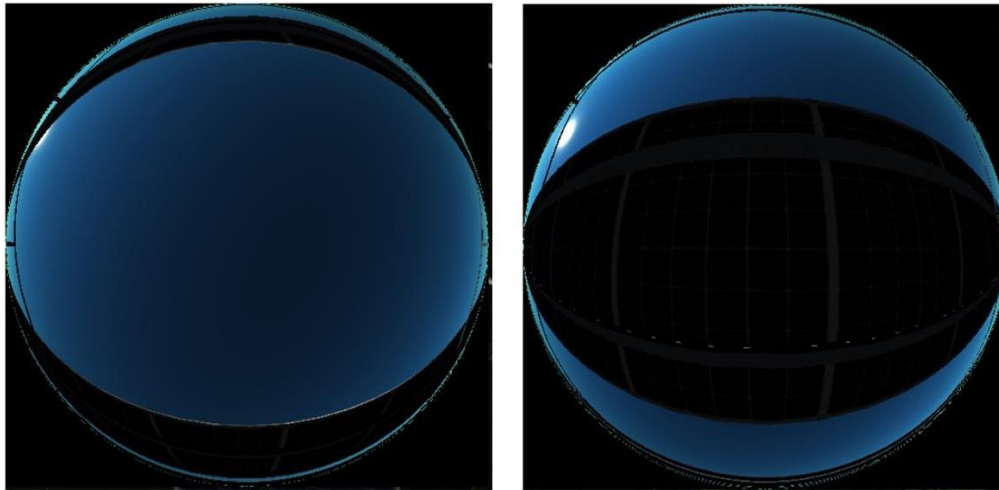


Figure 17 : Vues sphériques du haut de la plante, pour le Scénario 3, avec la plante sous la plaque de polycarbonate (gauche) et sous la rangée de modules (droite).

De manière complémentaire, la Figure 18 représente cette fois les vues sphériques sur une face verticale de la plante, à gauche pour l'arbre étudié sous la plaque de polycarbonate, et sous une rangée de panneaux à droite. Pour la face verticale, le cas qui offre la plus grande fraction du ciel à la plante correspond au scénario avec la plante située sous la rangée de panneaux PV. Ceci illustre que l'irradiance reçue par les différentes zones sera sensiblement différente en fonction de la rangée où est située la plante.

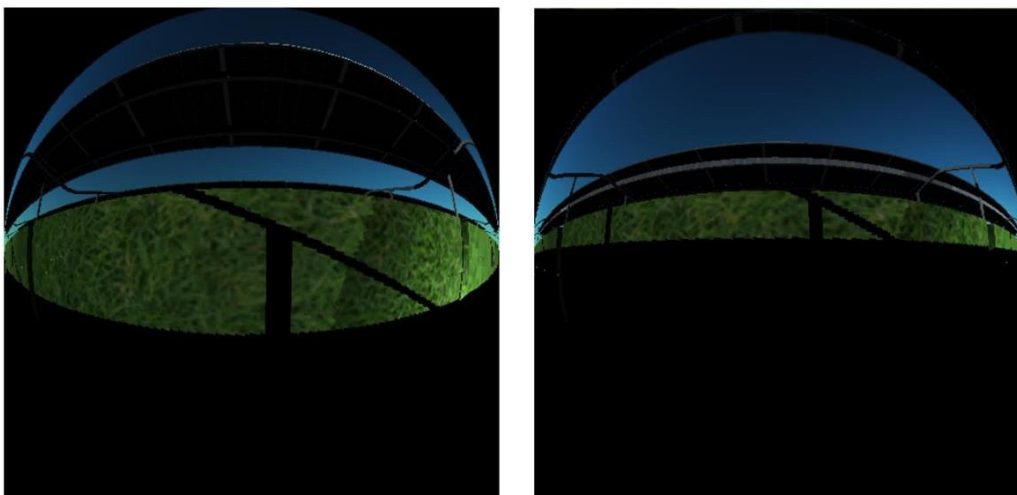


Figure 18 : Vues sphériques du côté de la plante, pour le scénario 3 avec la plante sous la plaque de polycarbonate (gauche) et sous la rangée de modules (droite).

La présence de structures porteuses influence aussi les résultats qui sont obtenus dans l'analyse. En effet, la présence de structures additionnelles limite la fraction du ciel observée par la plante. La Figure 19 représente les vues sphériques du côté de la plante sans structure porteuse à gauche et avec structure porteuses pour la plaque de polycarbonate à droite. On y voit que les structures interceptent une fraction non négligeable du champ de vision perçu depuis un point d'une plante. Cette interception est due à la fois à la largeur des barres, mais aussi et surtout en raison de leur profondeur. Ces barres bloquent une partie importante des rayons lumineux qui arrivent de manière oblique sur la plante. La quantification de l'atténuation de la lumière par les barres de support est disponible dans les résultats détaillés.

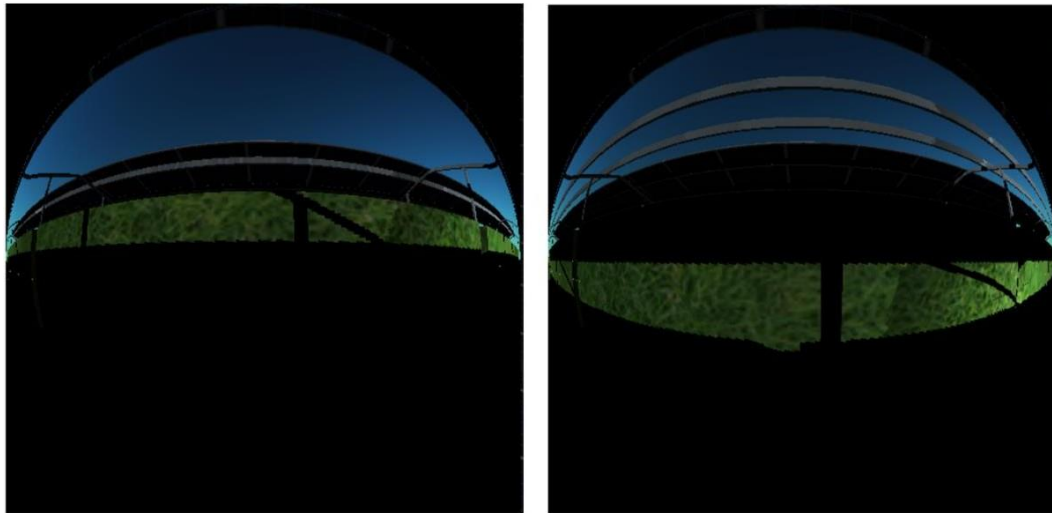


Figure 19 : Vues sphériques du côté de la plante, pour le Scénario 3 avec la plante sous la plaque de polycarbonate et sans structure (gauche) et avec structure (droite) pour la plaque de polycarbonate.

Des modélisations 3D complémentaires ont été réalisées de manière à obtenir des cas de références utiles aux comparaisons. Par exemple, la Figure 20 illustre le Scénario 4 avec modules en quinconce pour un arbre seul avec structures et panneaux. C'est un cas de référence qui fournit une idée du potentiel lumineux que l'arbre pourrait potentiellement recevoir en l'absence d'ombrages mutuels entre arbres, et d'estimer l'influence de la porosité optique des arbres sur les résultats obtenus pour les scénarios complets avec tous les arbres.

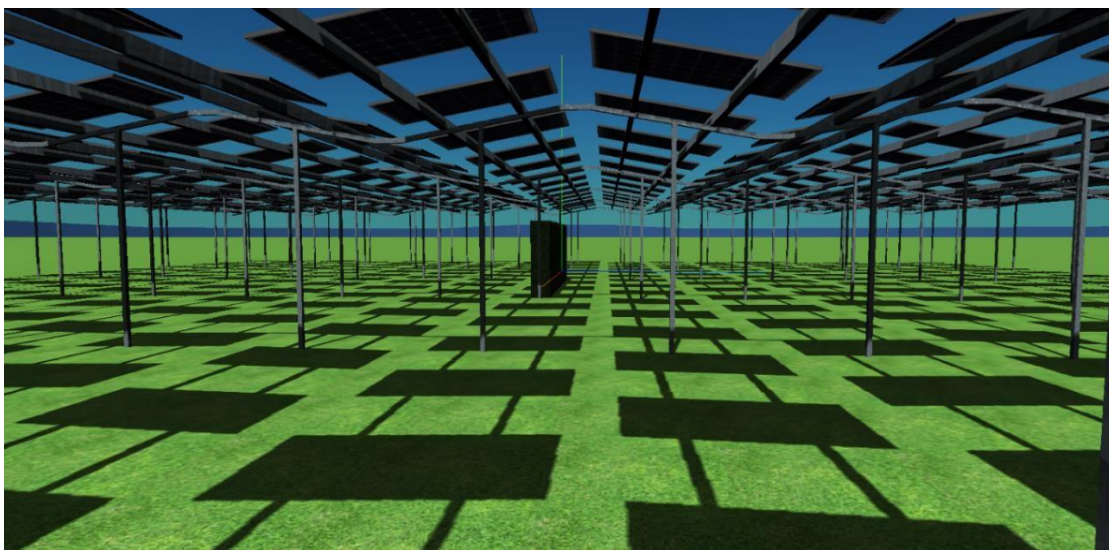


Figure 20 : Scénario 4 avec un arbre seul et structures et panneaux en quinconce.

3. RÉSULTATS DES MODÉLISATIONS 3D DE LA RESSOURCE SOLAIRE

Les différents scénarios ainsi que les simulations complémentaires ont été réalisés et post-traités. Les simulations permettent de déduire les composantes directes et diffuses de l'irradiance arrivant sur chacune des zones avec une résolution temporelle horaire. Ces résultats sont ensuite agrégés au niveau mensuel, mais également au niveau de la plante complète en intégrant les résultats des différentes zones de celles-ci. Les résultats sont illustrés pour les framboisiers. Les résultats concernant les vignes sont très similaires du point de vue de l'irradiation reçue, étant donnée la grande similitude entre les géométries des deux types de culture.

Analyse horaire

La Figure 21 fournit une idée générale de l'irradiance efficace reçue et assimilable par la plante (moyenne sur les zones 1 à 6, contribution de la zone 7 négligée) un jour de ciel clair de printemps, pour tous les scénarios, avec en jaune l'irradiance globale horizontale. La GHI initialement reçue est sensiblement réduite pour tous les scénarios, d'une part à la suite de la transposition de la ressource dans le plan de l'arbre (cf. GHI en jaune et les cas de références en noir et en gris), d'autre part à cause des ombrages proches causés par les arbres voisins, les structures et les rangées de panneaux PV, ainsi que de la prise en compte de la porosité optique des arbres (la fraction de la lumière qui passe à travers la végétation, ou la fraction de la lumière qui ne peut pas être mise à profit par la végétation pour la photosynthèse) et de la fraction efficace de l'irradiance qui peut vraiment être utilisée par les végétaux pour la photosynthèse.

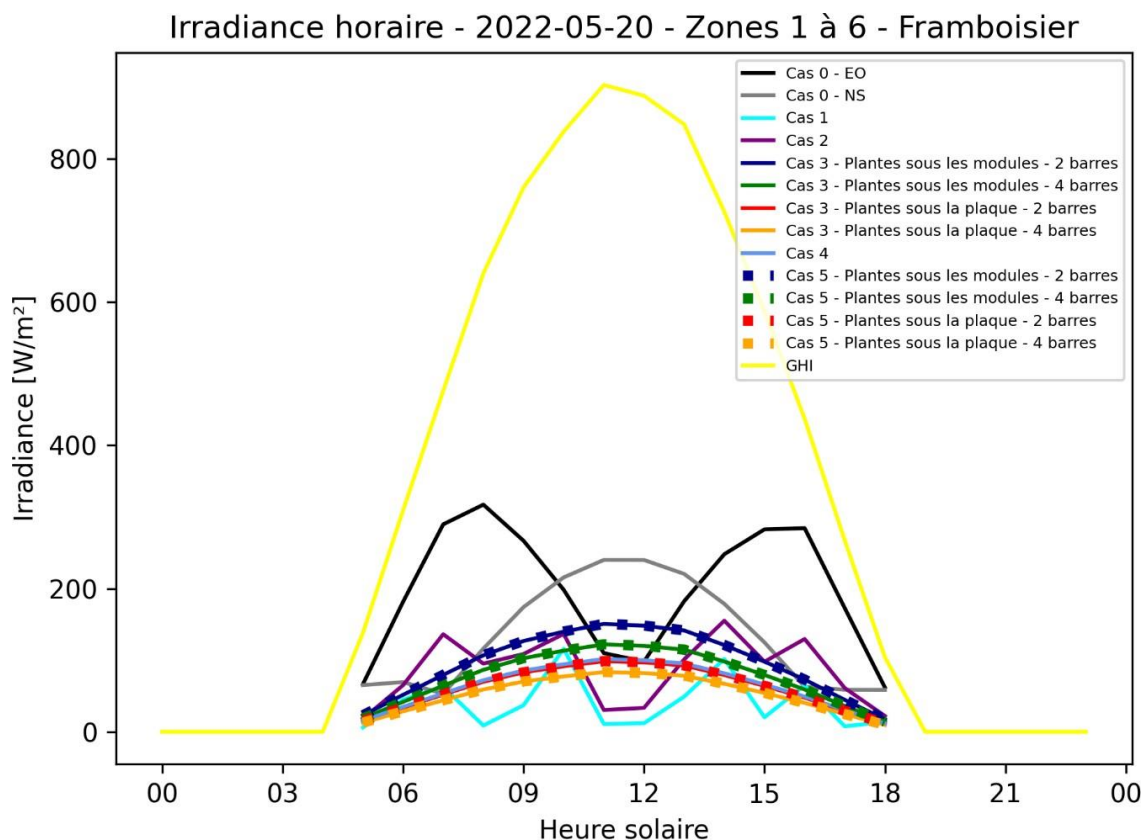


Figure 21 : Irradiance reçue et assimilable par les plantes, un jour de ciel clair de printemps, pour tous les scénarios, comparée avec la GHI (jaune).

Afin de distinguer plus facilement les différents scénarios, la Figure 22 présente ces mêmes valeurs d'irradiance efficace pour la plante, et sans représenter la GHI. L'irradiance est plus élevée dans les cas des scénarios de référence avec les arbres seuls sans structures ni panneaux solaires. Le scénario qui montre les valeurs d'irradiance les plus faibles correspond au Scénario 1 avec modules PV pleins. Le Scénario 2 avec modules semi-transparents offre plus de lumière à la plante. Il est relativement difficile de distinguer les scénarios 3 et 5 pour la même position de l'arbre et le même nombre de barres, parce que la seule différence entre ces deux scénarios est l'orientation du système agrivoltaïque, et parce que la plaque de polycarbonate est supposée, dans les modélisations, transformer toute la composante directe en diffuse isotropique, ce qui rend donc les résultats peu sensibles à l'orientation. On observe également que les scénarios 3, 4 et 5 présentent les courbes d'irradiance les plus lisses, grâce à la présence de la plaque de polycarbonate agissant comme un pur diffuseur.

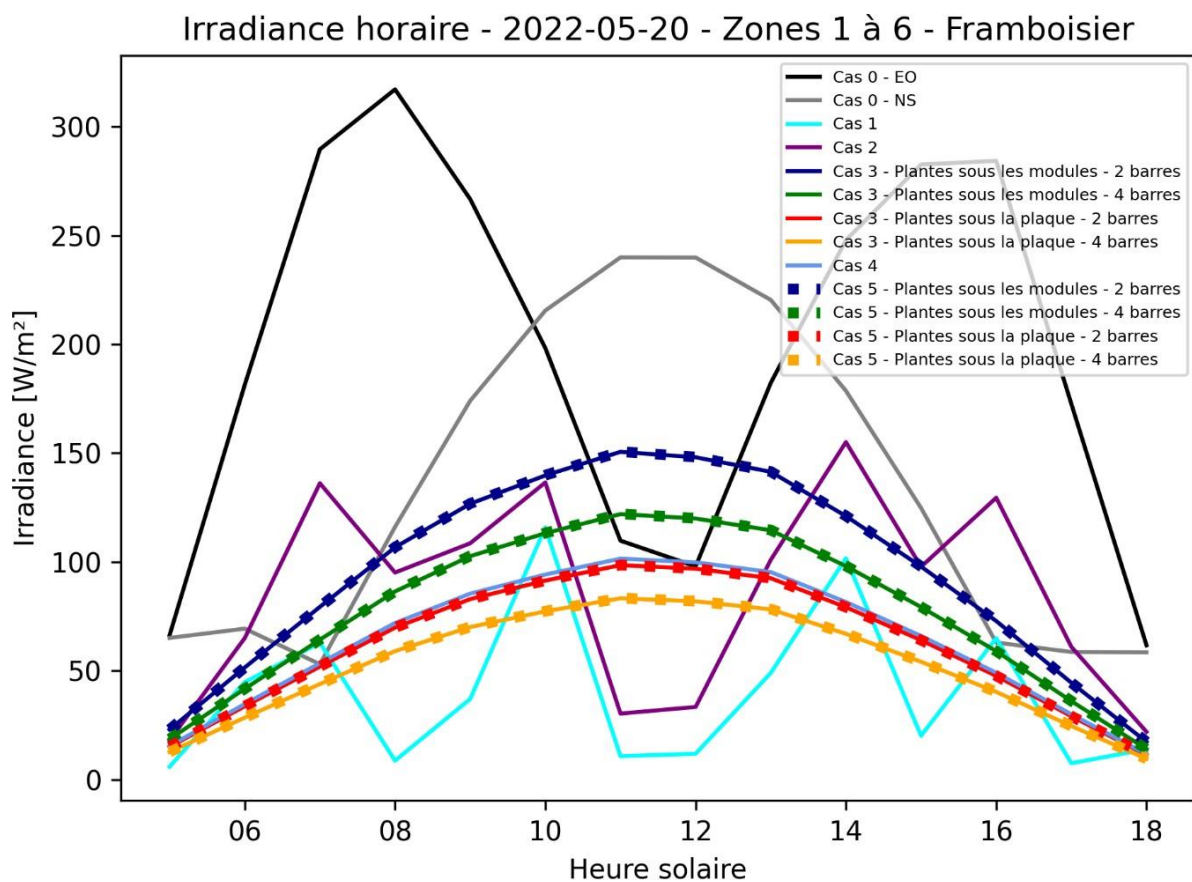


Figure 22 : Irradiance un jour de ciel clair de printemps, pour tous les scénarios, sans la GHI.

La Figure 23 présente les mêmes résultats, focalisés sur les scénarios 3, 4 et 5, et en omettant les cas de référence ainsi que le Scénario 1 (correspondant au scénario le moins optimal pour les plantes), afin de faciliter la comparaison des scénarios les plus pragmatiques. On observe tout d'abord que le cas 2 avec modules semi-transparents offre la courbe d'irradiance la moins lisse due à l'absence de diffuseur (plaque de polycarbonate) contrairement aux autres scénarios. En plus de présenter des courbes d'irradiance non lisses sur la journée, le cas 2 correspond au scénario offrant aux plantes la lumière la moins homogène toujours par rapport aux cas 3, 4 et 5 avec milieu diffuseur. L'hypothèse posée sur la présence de surface diffusante sur l'ensemble

de la surface masque toutefois l'effet de la lumière directe résiduelle passant dans l'espace laissé libre. En réalité, cet espace aura pour effet de diminuer l'irradiance en milieu de journée et de l'augmenter en début et fin de journée, ce qui résultera en une meilleure répartition horaire de la lumière.

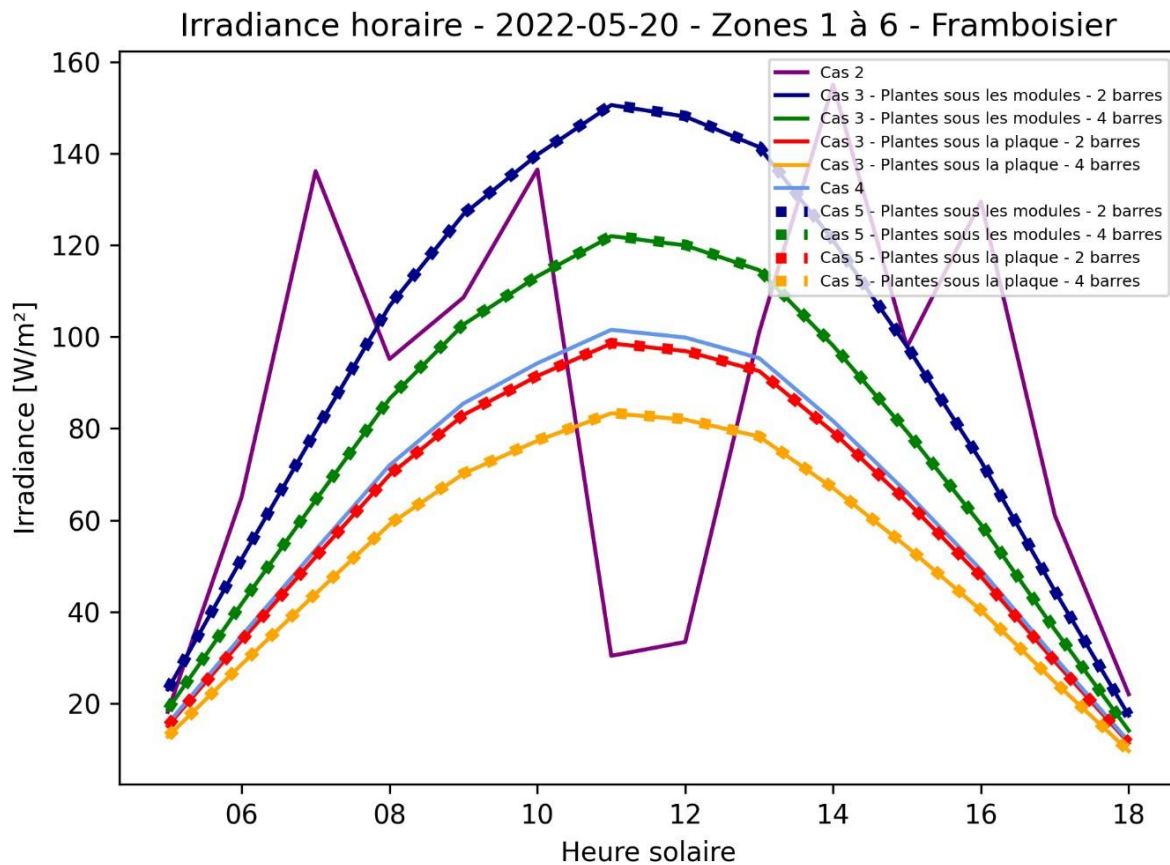


Figure 23 : Irradiance reçue et assimilable par les plantes, un jour de ciel clair de printemps, pour les cas 2, 3 et 4.

Ensuite, on constate que pour ce jour précis de ciel clair de printemps, les cas les plus favorables pour les plantes correspondent aux cas 3 et 5 sans structures porteuses pour la plaque de polycarbonate et avec l'arbre étudié situé sous la rangée de modules PV. En effet, comme expliqué plus haut, la structure porteuse diminue la fraction du ciel vue par les plantes, et cette structure intercepte une partie non négligeable de la lumière. Cela est facilement observable lorsque l'on compare la courbe bleue et la courbe verte, ou encore la courbe rouge et la courbe orange. Les scénarios avec l'arbre considéré situé sous la rangée de panneaux offrent des résultats plus intéressants que lorsque l'arbre est situé sous la plaque de polycarbonate, puisque ce sont les surfaces verticales des cultures qui captent la majorité de l'irradiation solaire, et la lumière leur parvient surtout de manière oblique.

La Figure 17 et la Figure 18 montraient déjà la différence entre la fraction du ciel observée par la plante lorsqu'elle est située sous une rangée de panneaux PV, ou sous une plaque de polycarbonate, pour une vue hémisphérique du haut de la plante ou depuis l'un des côtés de la plante. On y voyait notamment dans ce scénario qu'une des positions de la rangée de plantes était plus favorable que l'autre en fonction de la zone considérée. La zone horizontale du

sommet de la canopée voit une bien plus infime fraction du ciel lorsque la plante se situe sous une rangée de panneaux que si elle était sous la plaque. Par contre, c'est le scénario avec la plante sous la rangée de panneaux qui offre aux zones verticales de la plante une plus grande visibilité du ciel. Ces observations obtenues de l'étude des vues hémisphériques sont validées par la suite dans les résultats des simulations, notamment avec la Figure 24, qui compare les scénarios 3 et 5 pour une plante située sous les modules (bleu) ou sous la plaque de polycarbonate (rouge), sans structures porteuses pour la plaque de polycarbonate, à gauche pour la zone 6 (zone verticale orientée à l'ouest) et à droite pour la zone 7 (zone horizontale supérieure de la plante).

Irradiance horaire - 2022-05-20 - Framboisier

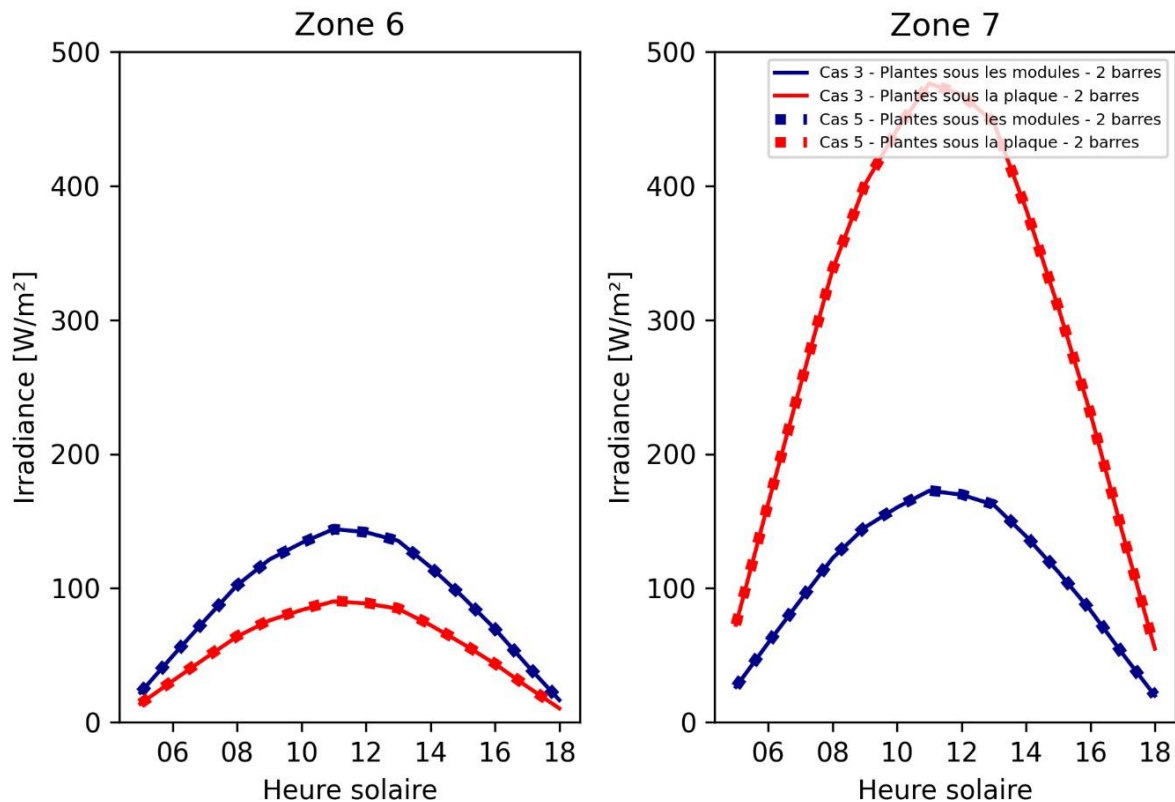


Figure 24 : Irradiance reçue et assimilables par les plantes, un jour de ciel clair de printemps, pour les cas 3 et 4, zone 6 (gauche) et 7 (droite).

Bien que la zone 7 (horizontale supérieure) reçoive près de trois fois plus d'irradiance lorsque la plante est située sous la plaque plutôt que sous la rangée de panneaux, ce sont les scénarios avec une plante située sous les rangées de panneaux PV qui sont les plus intéressants. Tout d'abord, parce que la zone horizontale supérieure ne contribue que très peu au rendement agricole utile de la plante, mais surtout parce que les zones verticales couvrent une bien plus grande surface de la plante que la zone supérieure. Ainsi, maximiser l'irradiance reçue par ces zones revient globalement à maximiser la quantité de lumière absorbée par la plante.

Les simulations sont réalisées pour une position spécifique de la plante, sous les panneaux ou sous les diffuseurs. Cependant, dans la réalité, l'un ou l'autre scénario avec plaque de polycarbonate comportera des rangées de plantes situées sous les rangées de panneaux et

d'autres situés sous les plaques de polycarbonate. Les résultats dans la réalité correspondent donc une situation mixte et qui combinent les résultats des simulations avec rangées de plantes considéré situées sous une rangée de panneaux ou sous une rangées de plaques de polycarbonate.

Analyse mensuelle

Il ne suffit pas d'étudier les courbes d'irradiance reçue par la plante dans chacun des scénarios au niveau horaire et pour un jour de ciel clair précis pour déterminer le scénario le plus optimal. Les figures montrées à la section précédente sont avant tout illustratives. Les analyses mensuelles offrent une comparaison plus générale et plus significative des résultats en termes de potentiel solaire pour le rendement agricole. La Figure 25 représente l'irradiation mensuelle reçue et assimilable par la plante (intégration des zones 1 à 6, contribution de la zone 7 négligée) dans chacun des scénarios, avec en jaune la GHI.

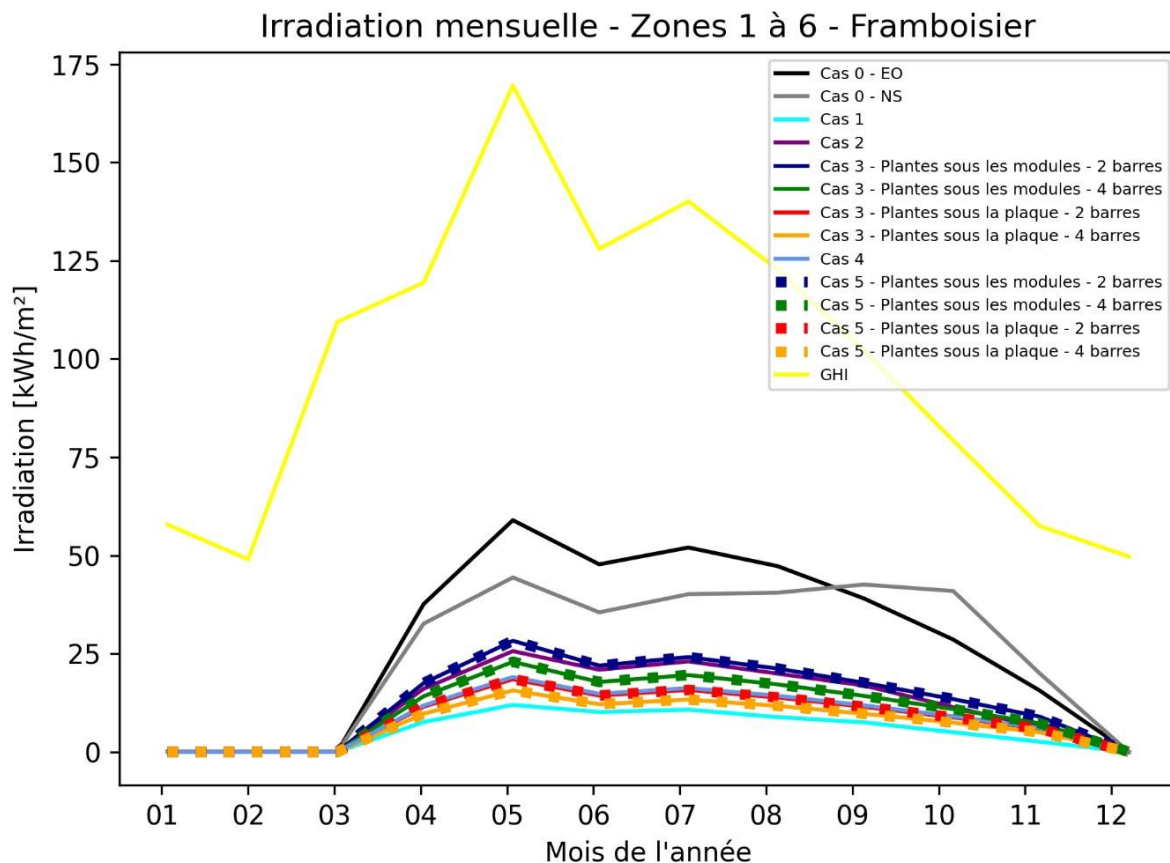


Figure 25 : Irradiation mensuelle reçue et assimilable par les plantes pour tous les scénarios, avec la GHI.

On observe sur la Figure 25 que l'irradiation mensuelle reçue et assimilable par les plantes dans différents scénarios en janvier, février, mars et décembre est nulle alors que la GHI est non-nulle pour ces mois. Cela est dû au fait que les arbres, tant le framboisier que la vigne, ont une porosité optique effective de 100% pour ces mois-là, ce qui signifie que la lumière interceptée et qui est utile pour la photosynthèse est nulle pour ces différents mois en l'absence de feuillage. On voit également que les cas de références EO et NS sont bien les scénarios qui offrent aux plantes le plus d'irradiation de par l'absence de structures et de panneaux PV.

La Figure 26 montre l'irradiation mensuelle reçue par la plante (intégration des zones 1 à 6, contribution de la zone 7 négligée) pour les différents scénarios. Tout comme lors de l'analyse horaire, la courbe de GHI ainsi que les courbes d'irradiation reçue par les cas 0 (EO et NS) sont

retirées de la Figure 25 afin de faciliter la comparaison des scénarios étudiés. On constate premièrement que le Scénario 1 avec modules PV pleins constitue le cas le moins favorable pour la croissance des plantes. Cela est simplement dû au fait que les panneaux ne laissent pas passer de lumière et que l'installation est presque entièrement recouverte de panneaux PV (cf. Figure 7).

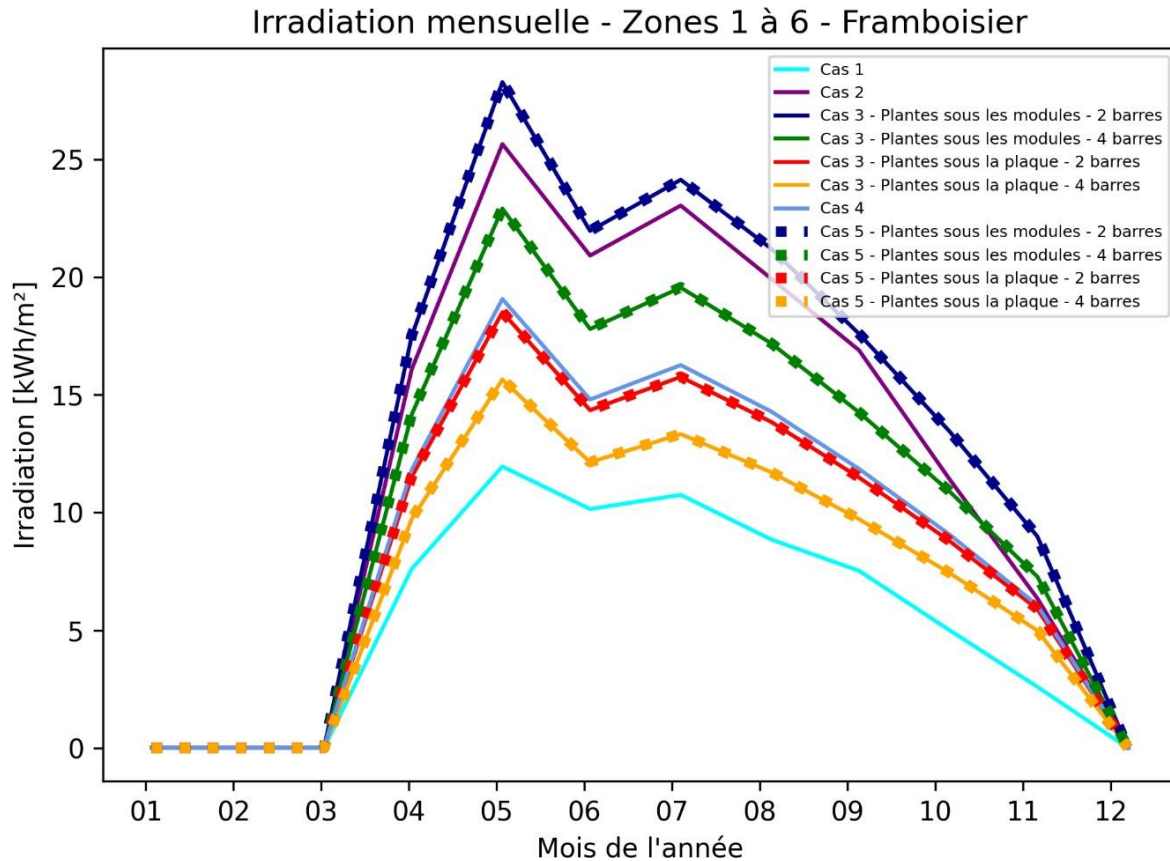


Figure 26 : Irradiation mensuelle reçue et assimilable par les plantes, pour tous les scénarios, sans la GHI.

Les résultats des simulations montrent également la réduction importante de l'irradiation reçue par les plantes et à travers des plaques diffuseuses pour les scénarios 3 et 5 avec structure porteuse pour ces plaques de polycarbonate ('4 barres' dans la légende) par rapport aux scénarios sans structure porteuse (cf. différence entre la courbe bleue et la courbe verte, ou encore la courbe rouge et la courbe orange). Tout comme déjà observé lors de l'analyse des irradiances horaires, ce sont les scénarios 3 et 5 sans structures porteuses et avec l'arbre étudié situé sous la rangée de panneaux (courbe bleue) qui offrent à la plante la plus grande irradiation mensuelle. Le cas 2 avec modules semi-transparents (mauve) offre une quantité d'irradiance mensuelle à la plante légèrement inférieure au cas le plus optimal. Cependant, pour ce cas 2, les analyses horaires ont montré que la répartition de cette irradiation est plus inégale, ce qui est moins favorable du point de vue du rendement agricole.

La Figure 27 montre l'irradiation mensuelle reçue et assimilable par les plantes, pour tous les scénarios, sans la GHI, et en calculant la moyenne des scénarios avec la moitié des plantes sous les plaques et l'autre moitié sous les rangées de modules. Ces valeurs sont purement indicatives,

puisque dans la pratique, les plantes ne reçoivent pas une quantité d'irradiation moyenne, mais bien celle qui correspond à leur rangée spécifique. Dans les scénarios où les plantes se trouvent placées en alternance entre les rangées de panneaux ou de plaques diffuseuses, une rangée sur deux recevra donc une ressource solaire plus importante, et l'autre moitié recevra une ressource solaire moins importante. Cette différence, selon la stratégie adoptée du point de vue de l'agencement des cultures et des méthodes de récoltes, pourrait s'avérer être un avantage ou un désavantage, comme discuté dans la section relative à l'interprétation agronomique.

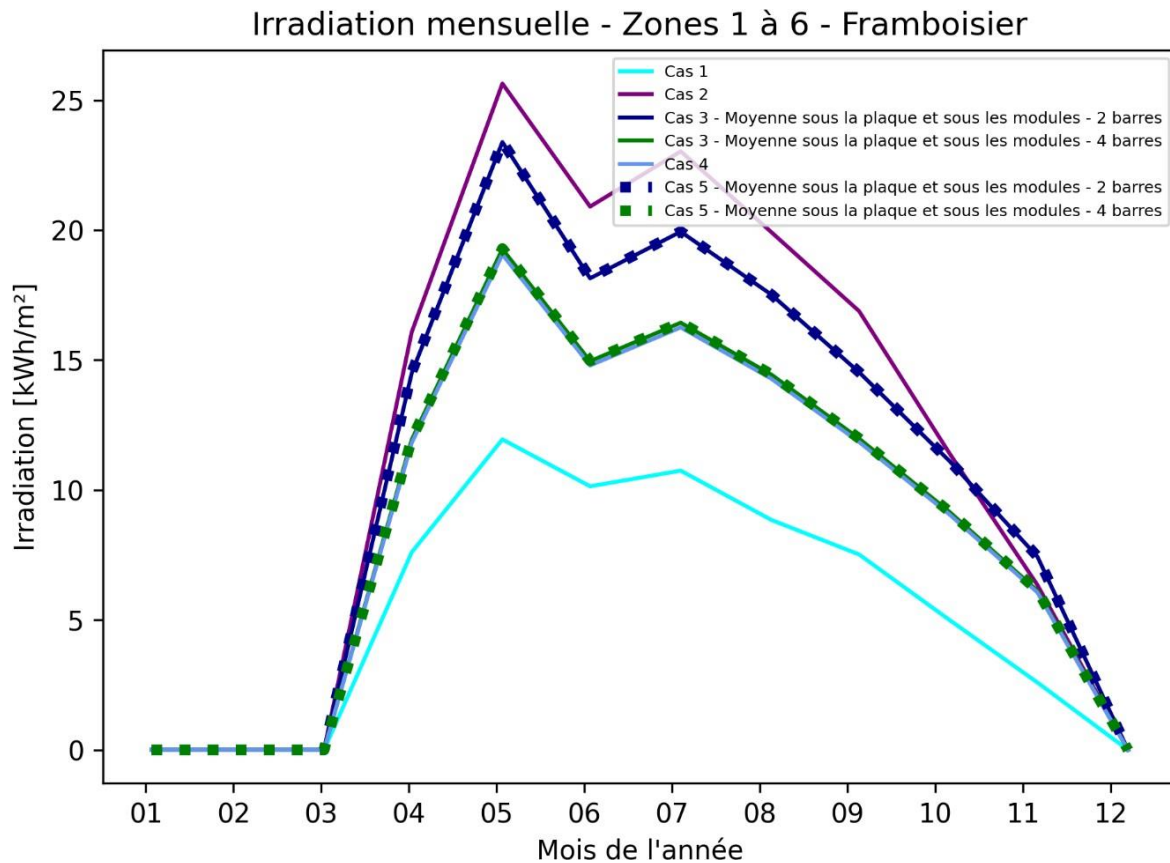


Figure 27 : Irradiation mensuelle reçue et assimilable par les plantes, pour tous les scénarios, sans la GHI, et en calculant la moyenne des scénarios avec arbre sous la plaque et sous la rangée de modules.

Comparaison Framboisier/Vigne

Les résultats obtenus avec le framboisier ou la vigne sont présentés conjointement sur la Figure 28, qui compare l'irradiation mensuelle reçue par les deux espèces (moyenne sur les zones 1 à 6, contribution de la zone 7 négligée) pour les scénarios 1 à 5.

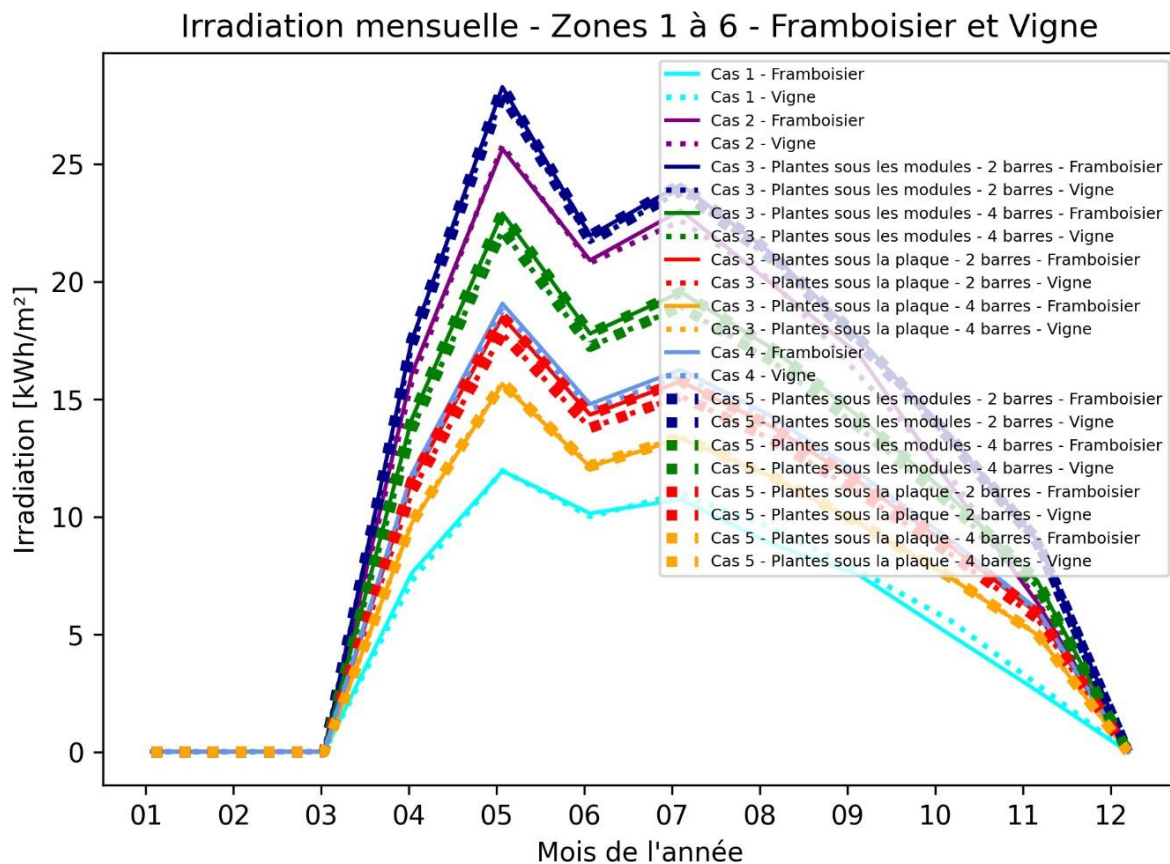


Figure 28 : Irradiance mensuelle reçue et assimilable par les plantes, pour tous les scénarios pour le framboisier (trait plein) et vigne (trait pointillé).

On observe que pour chacun des scénarios, l'irradiation surfacique mensuelle reçue par les deux espèces est relativement similaire. Cela s'explique par le fait que, d'une part, les deux espèces ont été modélisés à l'aide de parallépipèdes rectangles de dimensions très similaires, et d'autre part parce que le framboisier et la vigne possèdent des caractéristiques similaires en termes de porosité optique estimée. On constate également une irradiation surfacique reçue par la vigne légèrement plus faible que celle reçue par le framboisier, et ce dans la quasi-totalité des scénarios. Cela s'explique par une hauteur du pied et une hauteur maximale plus élevées dans le cas de la vigne que dans le cas du framboisier, menant à une augmentation des ombrages provoqués par les rangées entre elles ainsi que les rangées de panneaux et les structures porteuses.

Principales observations concernant les modélisations lumineuses

Les modélisations 3D ont permis d'évaluer la ressource solaire disponible pour les plantes, et les interprétations agronomiques ont permis de d'obtenir une estimation de la conséquence de cette ressource lumineuse sur le développement des cultures. Les résultats présentés sur la Figure 28 permettent de réaliser plusieurs observations importantes qui contribuent à guider vers un design optimal du système agrivoltaïque.

- Scénario 1

Le Scénario 1, correspondant à l'installation complète de panneaux pleins, montre la ressource solaire la plus faible sur les plantes. Cependant, relativement à certains autres scénarios étudiés, la différence n'est pas toujours très conséquente, parce que les espaces libres qui permettent le passage de la lumière sont situés entre les lignes de panneaux solaires ou de panneaux diffuseurs, ce qui constitue une position favorable pour les rayons lumineux qui parviennent de manière oblique sur les plantes. Il est donc également envisageable d'obtenir un rendement agricole non nul sous ces conditions, ce qui est discuté dans la section d'interprétation agronomique.

- Scénario 2

Le Scénario 2, correspondant à l'installation de panneaux avec une semi-transparence de 51%, permet de maximiser l'irradiation effective sur les plantes de manière globale. Il s'agit d'une solution attractive potentielle, qui présente des avantages et des inconvénients. La maximisation et la relative homogénéisation de la ressource sont un avantage certain. D'un autre côté, cette solution pourrait représenter un surcoût important par rapport à d'autres solutions qui utilisent des modules photovoltaïques pleins, qui sont beaucoup plus standard et plus disponibles sur le marché. L'utilisation de panneaux avec semi-transparence pourrait également présenter certains désavantages en termes de logistique, de disponibilité des panneaux, de délais de livraison, ou de la possibilité de disposer de plusieurs alternatives chez plusieurs fabricants.

- Scénario 3

Le Scénario 3 correspond à l'installation de panneaux est-ouest, avec les panneaux PV pleins côté ouest alternés avec rangée avec plaque polycarbonate côté est. Ce scénario présente également des avantages et des inconvénients potentiels. Du côté des avantages, il pourrait s'agir de la solution la plus facile et la moins coûteuse à mettre en place du point de vue du système photovoltaïque. C'est probablement également la solution qui maximise la rentabilité du système photovoltaïque, en faisant abstraction de la partie agronomique.

Ce scénario montre des différences de ressource importante entre le cas où les plantes se trouvent juste en-dessous des panneaux photovoltaïques (cas favorable), ou juste en-dessous des panneaux diffuseurs (cas défavorable). Une ligne de culture sur deux recevra donc une ressource différente. Ceci pourrait constituer un avantage dans certains cas, par exemple si l'agriculteur alterne une rangée de vignes sous les panneaux avec une rangée de framboisiers sous les diffuseurs. Ceci pourrait également permettre d'étaler la période de maturation et de varier les caractéristiques des raisins entre les deux types de files. La présence de diffuseurs permettra également d'augmenter le rendement de la photosynthèse par unité d'irradiation reçue, ce qui aura un impact favorable sur le rendement agricole. Si une ressource plus

homogène est recherchée, cette configuration peut par contre présenter des désavantages.

- Scénario 4

Le Scénario 4 correspond à l'installation de panneaux est-ouest, avec alternance entre panneaux pleins et plaques polycarbonate (1 panneau plein, 1 plaque polycarbonate) de même taille d'un panneau (alternance dans l'axe nord sud), et des modules ouest disposés en quinconces des modules est. Ce scénario présente également des avantages et des inconvénients.

Les caractéristiques du Scénario 4 sont similaires à celles du Scénario 2, avec les modules possédant une semi-transparence de 51%. La lumière est relativement homogène sur les plantes. L'homogénéité spatiale est légèrement réduite parce que l'alternance se situe au niveau des modules au lieu des cellules, mais elle est au moins partiellement compensée par la présence de diffuseurs. La ressource totale est légèrement inférieure au Scénario 2 étant donnée la transmittance de 70% des diffuseurs, mais cette ressource est mieux répartie dans le temps sur la plante, ce qui contribue à une meilleure efficacité de la photosynthèse. Cette solution sera en principe moins chère et plus simple à mettre en œuvre que celle du Scénario 2, mais plus chère que celle du Scénario 3.

- Scénario 5

Le Scénario 5 correspond aux panneaux orientés nord-sud, avec des panneaux PV pleins côté sud alternés avec rangée avec plaque polycarbonate côté nord. Ce Scénario présente des caractéristique relativement similaires à celles du Scénario 4, étant donné le faible angle d'inclinaison des panneaux photovoltaïques et la présence de diffuseurs de la lumière.

Effets de bord

Les simulations ont également étudié l’inhomogénéité de l’irradiation sur les plantes en fonction de leur emplacement dans le projet. Ceci a conduit à une quantification des effets de bords dans la ressource lumineuse. Ces effets de bords sont plus faciles à évaluer et à visualiser de manière relative. Pour cette visualisation, le cas le plus extrême, c’est-à-dire le Scénario 1, a été choisi. La Figure 29 montre l’irradiation annuelle normalisée sur l’ensemble de chaque plante par rapport à l’irradiation maximale reçue par une des plantes, et la Figure 30 montre l’irradiation annuelle normalisée sur l’ensemble de chaque plante par rapport à l’irradiation minimale reçue par une des plantes. L’axe x représente la distance selon la direction est-ouest, et l’axe y représente la distance selon la direction nord-sud. Les évaluations montrent que la ressource globale disponible sur les plantes du centre de l’installation est d’environ un quart de celle qui serait disponible en l’absence de projet agrivoltaïque, conformément aux résultats présentés dans les sections précédentes. Du point de vue du rendement agricole, il est possible de considérer de manière pragmatique qu’un effet de bord est présent lorsque la ressource solaire disponible en un point du projet est plus de 10% supérieure à la ressource disponible au centre de l’installation. Selon cette définition, un effet de bord est présent lorsque la plante est située à moins de 5-6 mètres des bords est ou ouest, ou lorsqu’elle est située à moins 3-4 mètres des bords nord-sud. De manière simplifiée, on peut considérer qu’un effet de bord significatif est présent si la distance par rapport aux bords est de moins de 5 mètres.

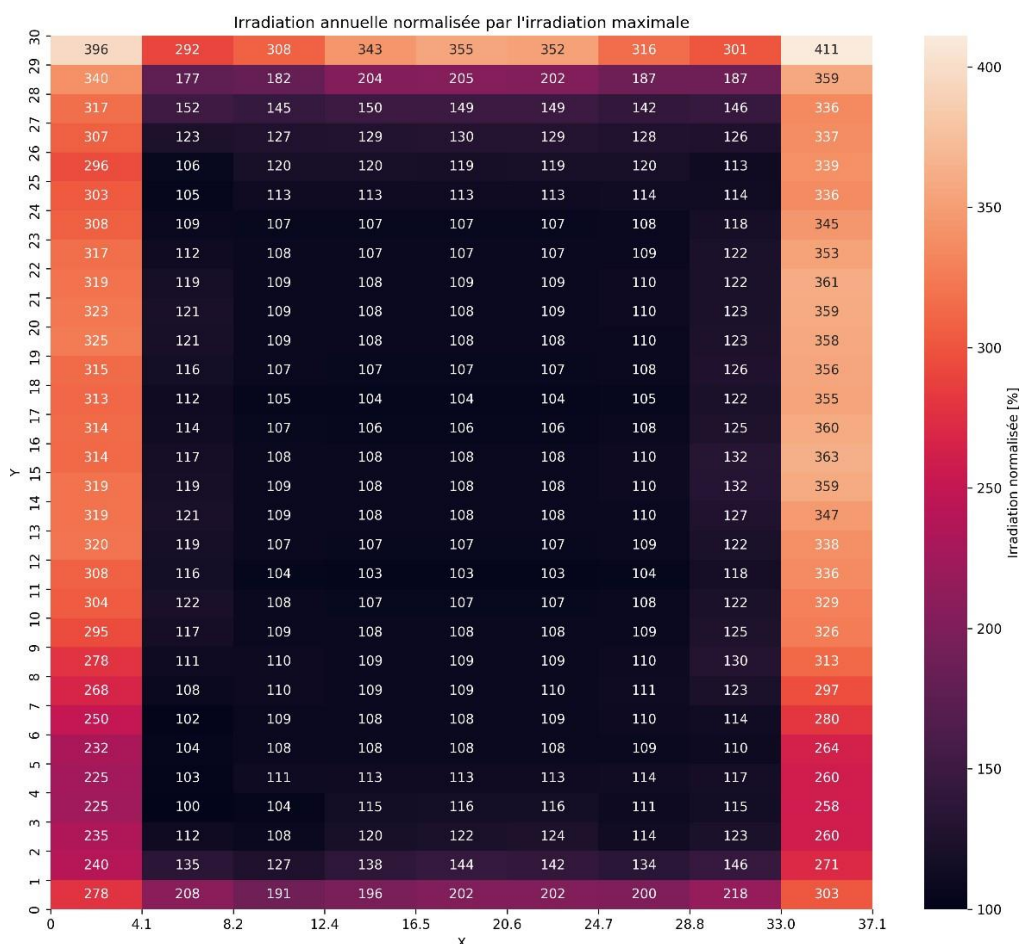


Figure 29 : Irradiation annuelle normalisée par l’irradiation maximale.

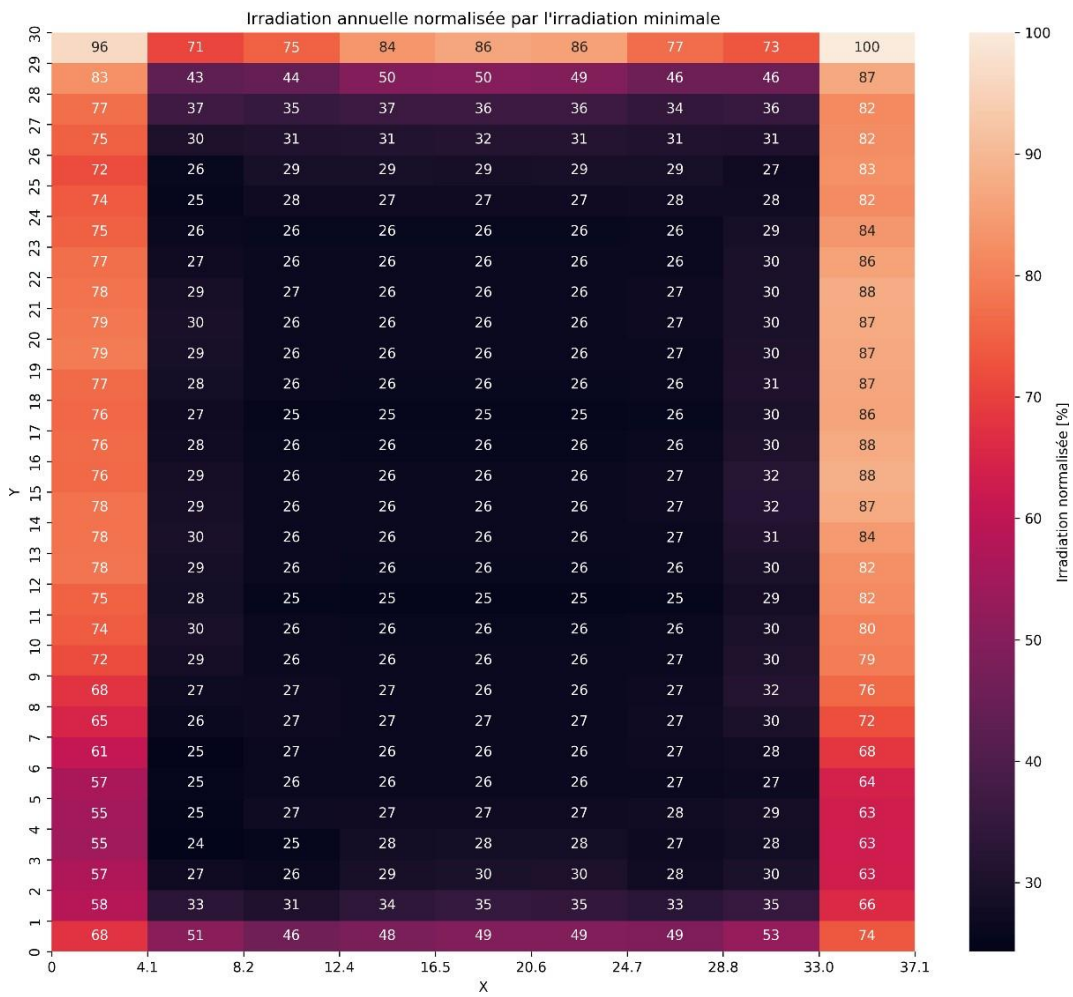


Figure 30 : Irradiation annuelle normalisée par l'irradiation minimale.

4. INTERPRÉTATIONS AGRONOMIQUES

4.1. Projet d'exploitation

Le projet d'exploitation a été présenté par le propriétaire lors d'un entretien distancié. La production de deux espèces est planifiée sous les ombrières photovoltaïques: d'une part du raisin de table (*Vitis vinifera* L.) et d'autre part des framboises (*Rubus idaeus* L.).

L'exploitant dispose déjà d'une expertise dans la production et la commercialisation de fruits. Le projet revêt une nature exploratoire des bénéfices potentiels des ombrières photovoltaïques pour son schéma de production. Cette structure vise à se substituer à des cultures sous tunnel plastique avec protection plastique en polyéthylène diffusant. Un ensemble de bénéfices potentiels similaire à la culture en tunnel sont identifiés pour le bilan de son exploitation outre les éventuels bénéfices directs de location de superficie pour la production d'énergie photovoltaïque qui ne font pas partie de l'analyse ainsi que la réduction des coûts d'investissement .

- La présence d'une couverture permet d'éviter l'occurrence de précipitations sur le feuillage. Un bénéfice est attendu en réduction du besoin de protection phytosanitaire suite à une diminution des contaminations fongiques. Par contre, une augmentation de l'humidité relative par l'effet de confinement est attendue et peut faciliter le développement de certaines maladies fongiques.
- La présence d'ombre permet de modifier le microclimat de la culture et par conséquent d'influer sur son développement physiologique, ce qui peut étaler la période de production et mieux alimenter le marché.
- Les structures peuvent accueillir les fils de palissage et donc réduire les frais d'installation.
- La réduction de l'évapotranspiration réduit le besoin en irrigation par divers effets dont la réduction du rayonnement, la diminution du brassage de l'air ainsi que l'augmentation de l'humidité relative.
- Le risque de dégâts de grêle sur la culture est maîtrisé, voire disparaît totalement.
- Le risque de gel de printemps peut être réduit par l'effet de couverture qui limite la perte de température nocturne par rayonnement infrarouge. En effet, lors de nuits printanières au ciel dégagé et en l'absence de brassage de l'air par le vent, une partie importante de la chaleur du sol et des plantes est perdue par rayonnement vers la voûte céleste. La présence d'ombrières peut augmenter la température minimale des plantes de 1 ou 2 degrés et réduire ainsi le risque de gel précoce en début de végétation.

Les structures agrivoltaïques étudiées précédemment présentent divers niveaux de réduction de la ressource solaire. Les simulations tridimensionnelles sur l'année nous permettent d'estimer la baisse de rayonnement à laquelle les cultures sont exposées. Le rayonnement est comparé au rayonnement sans structure agrivoltaïque sur l'ensemble des 7 surfaces photosynthétiques. L'irradiation résiduelle relative est présentée aux graphiques de la Figure 31 pour la configuration avec les rangées de plantes nord-sud et de la Figure 32 pour la configuration est-ouest. On observe que le taux d'abattement varie d'un jour à l'autre en raison du rapport entre rayonnement incident direct et diffus. Par ailleurs, il est relativement stable au long de la saison de culture. La

Table 1 quantifie cette irradiation relative résiduelle moyenne. Cela permet d’observer que selon la configuration, entre 20 et 50% de la lumière est conservée au niveau de la culture. Cestaux ne résultent naturellement pas en une baisse proportionnelle de productivité agricole. Par la suite, ces taux seront mis en perspective par rapport d’une part aux spécificités de l’espèce cultivée et d’autre part par rapport aux connaissances scientifiques présentes dans la littérature pour estimer la compatibilité de ces configurations avec les besoins des cultures.

Table 1 : Irradiation relative résiduelle sur les cultures.

Irradiation relative résiduelle (%) : moyenne annuelle	Rangées d'arbustes dans la direction Nord-Sud (modules et plaques orientés Est-Ouest)						
	Quinconce	Module 2 barres	Plaque 2 barres	Modules 51% de S-T	Modules opaques partout	Module 4 barres	Plaque 4 barres
	32	48	31	43	19	39	26
Irradiation relative résiduelle (%) : moyenne annuelle	Rangées d'arbustes dans la direction Est-Ouest (modules et plaques orientés Nord-Sud)						
	Module 2 barres		Plaque 2 barres		Module 4 barres		Plaque 4 barres
	51		34		42		28

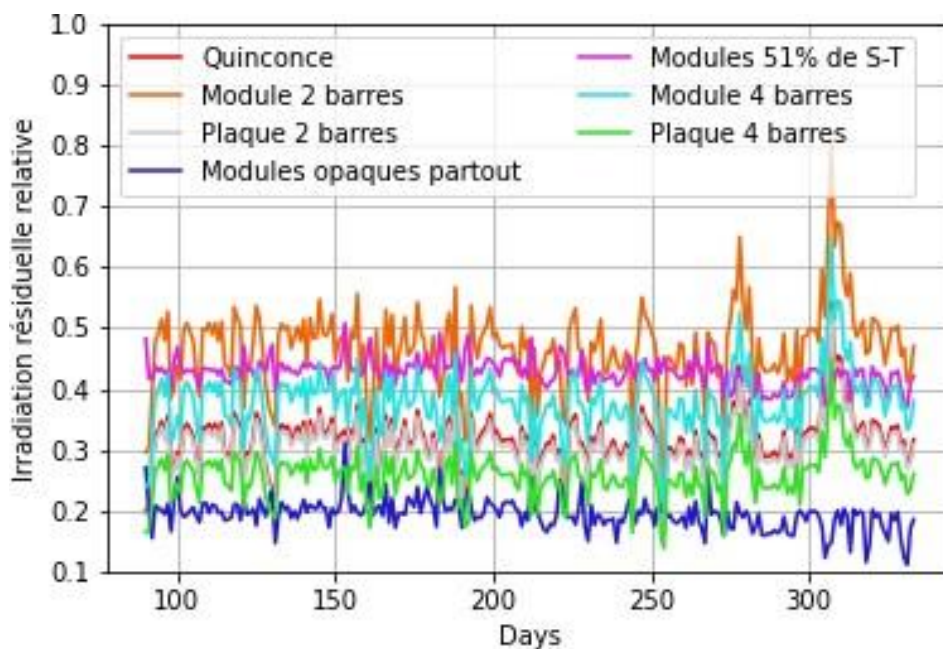


Figure 31: Irradiation résiduelle relative arrivant sur les rangées d’arbustes orientées nord-sud.

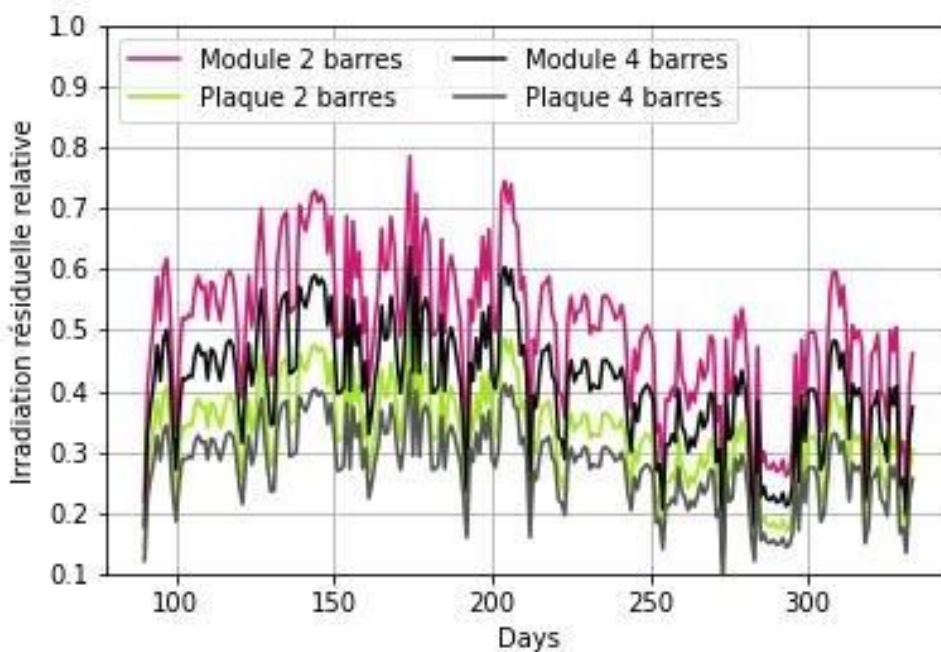


Figure 32: Irradiation résiduelle relative arrivant sur les rangées d'arbustes orientées est-ouest.

4.2. Effet sur la production de framboises

4.2.1. La culture du framboisier

Le framboisier est une plante de sous-bois des régions tempérées et froides qui est particulièrement adaptée à de faibles niveaux d'éclairement. Dans son environnement naturel, elle est capable de se maintenir sous des niveaux d'abattement très importants de la ressource lumineuse. L'étude de (Ricard et al. 1996) atteste de la présence de framboisiers à des niveaux d'irradiance résiduelle pouvant atteindre 7% de la densité de flux de photosynthétiques au-dessus de la canopée. Le framboisier est abondant au-delà de 25% de rayonnement résiduel et augmente sa vigueur jusqu'à 40%. Cette étude illustre la très grande plasticité du framboisier à une gamme importante de rayonnement disponible. L'étude démontre également l'adaptation de la biomasse au rayonnement disponible.

Du point de vue de la littérature horticole spécifique au framboisier, il apparaît que le manque de ressource lumineuse n'est pas une question centrale de la production. En effet, la principale question cible les mécanismes qui gouvernent la floraison et la fructification au printemps et à l'automne. L'automne est la saison la plus contrainte pour la production de fruits de qualité, avec la nécessité d'une période de croissance suffisamment longue.

En règle générale, on préconise de privilégier une lumière matinale et une protection contre l'excès de rayonnement en après-midi pour éviter des dégâts de brûlure et la surmaturation des fruits qui altère la qualité.

Du point de vue de l'irrigation, le framboisier craint l'excès d'eau. Ce phénomène devrait être facilement maîtrisé dans la mesure où une culture hors sol en pots avec substrat est prévue.

La physiologie du framboisier a été décrite dans des travaux scientifiques antérieurs (Heide et al., 2011). Elle est sous l'influence forte du génotype et de l'environnement de croissance. En particulier l'initiation florale peut être sous le contrôle de besoins de froid et de la photopériode (<15 h) pour les variétés remontantes. Ces variétés remontantes sont conduites selon une taille commerciale qui permet une floraison estivale et une récolte de fin d'été - automne sur drageons de l'année.

Le framboisier possède une sensibilité aux températures élevées (> 22°C) avec ralentissement de la floraison. La protection contre les températures élevées est donc susceptible de contribuer à la précocité de la floraison. Le framboisier nécessite une quantité de degrés-jours pour réaliser son cycle végétatif. Par exemple, la variété Autumn bliss nécessite 2300°j en base 1,7°C. Cet indicateur se calcule en sommant de manière journalière la somme des températures moyennes mesurées diminuées de la température de base propre à chaque espèce ou variété. Ce besoin est relativement faible. Il est donc possible de modifier la date de mise en culture pour modifier la date de maturité.

4.2.2. Les essais de culture de framboisier en agrivoltaïque

Les horticulteurs disposent de la diversité génétique de l'espèce qui offre une grande liberté de choix au sein des cultivars et modalité de culture pour s'adapter à leur environnement de production. En conséquence le framboisier a été identifié comme culture intéressante en agrivoltaïsme et fait actuellement l'objet de projets de recherche sous des climats fortement contraints comme celui présent aux Pays-Bas. Une comparaison y est menée entre culture en serre tunnel et sous dispositif agrivoltaïque. Le dispositif agrivoltaïque est similaire au scénario

2.2 sous PV semi transparents. Le rayonnement résiduel est estimé à 42% de l'éclairement sans couverture. Sous ce dispositif, une augmentation de 57% de la surface foliaire spécifique ainsi que de 35% de la surface foliaire totale démontre la capacité de la plante à adapter son appareil photosynthétique à un éclairage réduit. La biomasse sèche n'est quant à elle réduite que de 12% et le rendement de la culture de 5%. Le Brix est réduit sous ombrière photovoltaïque avec une baisse pouvant atteindre 1.5° à certaines dates. La qualité commerciale était satisfaisante malgré une légère baisse de la matière sèche.

4.2.3. Interprétation agronomique pour les framboisiers du projet de Rimaucourt

Les résultats de la modélisation de la ressource solaire montrent que le scénario 2.2 peut être considéré comme une référence où la capacité de production a pu être maintenue sans perte significative pour le framboisier sous le climat hollandais. Le scénario 4.2 présente une composante diffuse importante et relativement uniforme indépendamment de la rangée. Il est connu que le framboisier répond favorablement à l'augmentation de la fraction diffuse du rayonnement qui permet une bonne assimilation photosynthétique.

Les autres composantes du microclimat autres que l'éclairement sous l'ombrière photovoltaïque ne sont pas modélisées. Il est toutefois probable que les températures élevées peuvent autant que possible être évitées l'après-midi par le scénario 3.2. malgré que la modélisation de la ressource solaire ne le fasse pas apparaître clairement en l'état. Ce scénario 3.2, en particulier si la composante diffuse peut être optimisée par la présence réduite d'obstacles sous les panneaux diffuseurs, semble avantageux si une variabilité élevée des conditions d'éclairement est recherchée au sein du dispositif de production. Cette solution offre en effet à l'agriculteur la possibilité de disposer de climats variés entre rangées adjacentes. Cette

configuration est par conséquent intéressante en terme de capacité à exploiter le dispositif à des fins d'expérimentation agronomique sur framboisier, d'autant plus que son coût de construction est vraisemblablement très compétitif grâce à l'usage de produits standards.

4.3. La culture du raisin de table

Le raisin de table est produit à hauteur de 38.000 T annuellement en France, principalement dans le sud-est. La production est contrôlée au moyen de diverses techniques comme le raccourcissement (limiter le nombre de feuilles du sarment après la dernière grappe) ou l'éclaircissage (limiter le nombre de grappes par tige) en vue de travailler la taille des grains et le taux de sucre. Une irrigation régulière permettra également de développer la taille des baies, qui est un critère de choix.

La vigne peut être cultivée sous abris pour améliorer la qualité du produit et la lutte contre les maladies fongiques. La culture sous serre du raisin de table est traditionnelle dans les pays nordiques mais a été fortement challengée par l'importation de régions plus méridionales.

La vigne n'est pas habituellement considérée comme une plante tolérante à l'ombrage. Elle peut toutefois accepter un certain niveau d'ombrage, spécialement en région fortement ensoleillée, sans nuire à sa production mais en limitant le taux de sucre du raisin à maturité.

Toutefois ces résultats sont à nuancer car des études scientifiques présentent des résultats intéressants sous un ombrage important. L'article de Greer et Weedon (2012) compare des vignes exposées à la haute intensité de rayonnement présente en Australie et des vignes protégées par un filet d'ombrage interceptant 70% du rayonnement. La Figure 33 illustre les conditions d'éclairement à quatre périodes du développement de la culture.

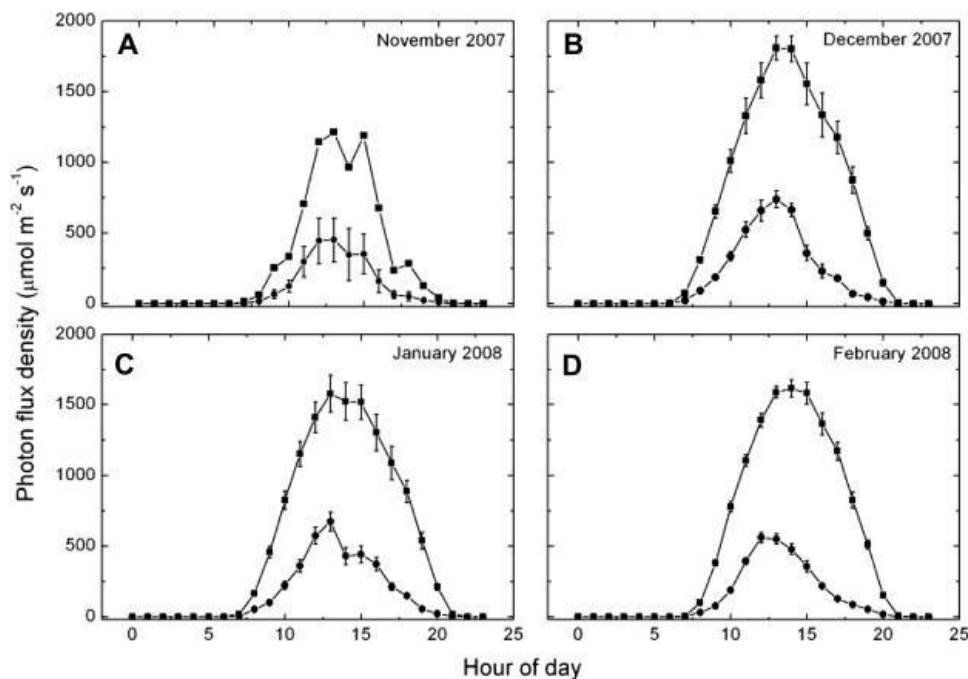


Figure 33: Exemple d'essais de réduction d'irradiation sur vigne.

Sous ces conditions, il a été possible de maintenir les chutes de rendement dans la gamme 10-20%, ce qui s'explique par une combinaison de l'effet conjugué de réduction de la température et du rayonnement sur l'assimilation du CO₂ (Figure 34).

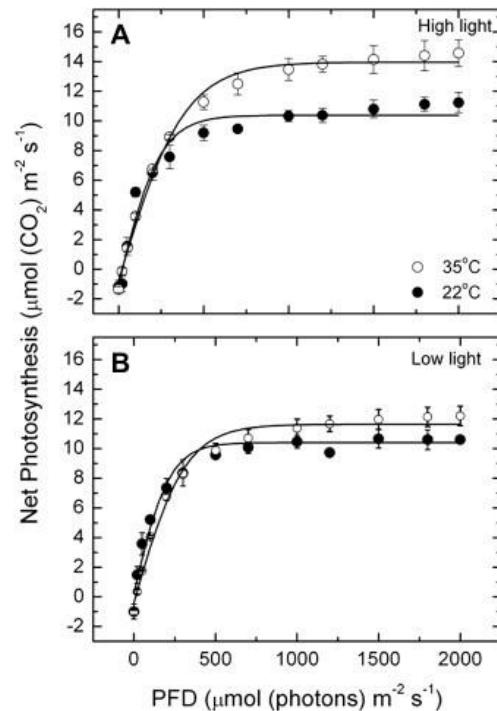


Figure 34: Assimilation photosynthétique en fonction de l'irradiation et de la température dans le PAR pour un cultivar de *Vitis vinifera*. A en plante cultivée au soleil B plante cultivée à l'ombre.

Le Brix à la récolte n'a pas été affecté malgré un décalage temporel de l'accumulation de sucre durant la maturation (Figure 35).

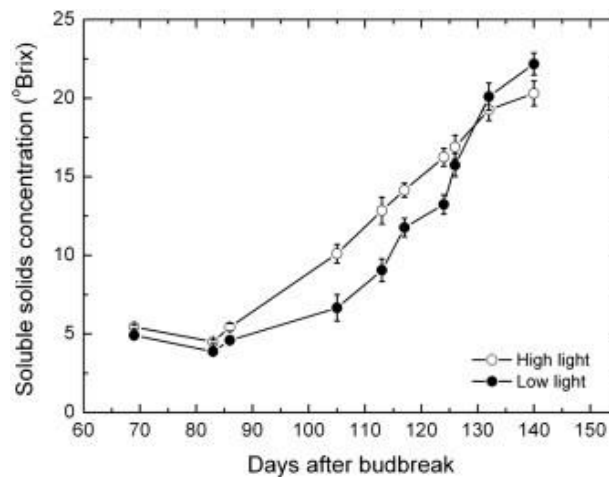


Figure 35: Evolution comparative du Brix pour des vignes cultivée au soleil et à l'ombre.

Il a donc été possible de maintenir une très bonne qualité et productivité sous un rayonnement très atténué. Toutefois l'ombrage sous filet présente un caractère uniforme durant la journée, ce qui n'est pas nécessairement le cas en agrivoltaïque.

4.3.1. Les essais de cultures de raisin de table en agrivoltaïque

La vigne fait l'objet de recherches intenses en agrivoltaïque sous les climats chauds tels que le sud-ouest de la France où le changement climatique menace la production de vin de qualité en raison de l'augmentation du Brix à maturité, ne laissant pas le temps à la vigne de développer ses arômes avant le seuil souhaité du taux de sucre. Par ailleurs, les températures exceptionnellement élevées peuvent même conduire à d'importants dégâts.

Les raisins de table ont fait l'objet de moins de recherches. Toutefois, la publication de (Jaiyoungcho et al., 2020) présente des essais en Corée du sud sous de hautes latitudes. Ces essais réalisés sous diverses configurations agrivoltaïques (panneaux pleins alternés de polycarbonates, panneaux semi-transparents) démontrent un retard de développement d'une dizaine de jours pour un taux d'abattement de la lumière de 30%. Dans ces conditions, une récolte plus tardive permet d'atteindre la même qualité visuelle et gustative que la zone témoin.

4.3.2. Interprétation agronomique pour les raisins cultivés à Rimaucourt

Le taux d'abattement du projet apparaît élevé pour la culture du raisin sous les conditions climatiques du Nord-Est de la France. Cependant, on ne peut exclure l'intérêt de ce système dans le cadre du souhait d'un étalement de la production en vue d'assurer un approvisionnement plus régulier du marché. Les résultats seront certainement fortement variables en fonction des conditions d'éclairement de l'année avec un risque important les années à forte nébulosité. La recommandation est de mener des expérimentations au sein du dispositif sur une surface réduite et dans des conditions contrastées. Les résultats de modélisation de la ressource solaire sous ombrière montrent que le cas 3.1 pour les rangées sous modules présente un niveau d'éclairement supérieur tout en offrant une composante diffuse importante. Il conviendrait de privilégier la culture des rangs de vignes sous les panneaux solaires dans cette configuration et d'alterner avec la culture de framboisiers sous la rangée adjacente. On ne peut toutefois écarter l'intérêt d'expérimenter également sous une très forte réduction de la ressource lumineuse eu égard aux essais de Greer et Weedon.

4.4. Conclusion agronomique

Le projet proposé explore la possibilité de réaliser deux cultures concomitantes présentant des besoins en lumière très différents.

L'analyse ne fait pas porter de doute sur la faisabilité de cultiver des framboises avec un rendement et une qualité satisfaisante sur le projet proposé. Diverses configurations géométriques et types de panneaux offrent de multiples combinaisons. La plasticité du framboisier par rapport à la ressource solaire permet sans doute majeur de tirer profit l'ensemble des configurations proposées, avec des réserves pour le Scénario 1. Le dispositif présentant une dimension exploratoire, il semble opportun de diversifier les configurations géométriques en vue de produire divers microclimats contrastés et d'analyser les coûts et bénéfices relatifs de chacune des configurations. En effet, eu égard à la grande capacité de modification de la pratique culturale du framboisier en pots, il est envisageable et réaliste de procéder en quelques années à une optimisation de la culture apportant des bénéfices significatifs sur le marché envisagé.

La culture de la vigne risque plus fortement d'être impactée négativement au-delà de seuils acceptables par la présence des ombrières photovoltaïques envisagées dans le projet. Il est recommandé de se focaliser dans un premier temps sur une culture pour les rangées les plus éclairées du scénario 3.1. Sur base de ces expérimentations, il conviendra éventuellement par la suite d'envisager des scénarios plus contraints par la ressource solaire qui ne sont pas nécessairement intéressants en terme de production.

5. RÉFÉRENCES

Greer Dennis H., Weedon Mark M., Interactions between light and growing season temperatures on, growth and development and gas exchange of Semillon (*Vitis vinifera* L.) vines grown in an irrigated vineyard, *Plant Physiology and Biochemistry*, Volume 54, 2012, Pages 59-69, ISSN 0981-9428, <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2012.02.010>.

Heide O.M., Sonsteby A., Physiology of flowering and dormancy regulation in annual- and biennial-fruited red raspberry (*Rubus idaeus* L.) – a review. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*(2011) 86(5) 433–442.

Jaiyoung C. , On C. L. , G. Nam, In-Ho Ra, Application of Photovoltaic Systems for Agriculture :A Study on the Relationship between Power Generation and Farming for the Improvement of Photovoltaic Applications in Agriculture *Energies* 2020, 13(18), 4815; <https://doi.org/10.3390/en13184815>.

Ricard J.P., Messier C., Abundance, growth and allometry of red raspberry(*Rubus idaeus* L.) along a natural light gradient in a northern hardwood forest, *Forest Ecology and Management* 81 (1996) 153-160.

Robledo J., Leloux J., Lorenzo E., Gueymard C.A., From video games to solar energy: 3D shading simulation for PV using GPU, *Solar Energy*, Volume 193, 2019, Pages 962-980, ISSN 0038-092X, <https://doi.org/10.1016/j.solener.2019.09.041>.