

## JUSTIFICATION DU CARACTERE AGRIVOLTAÏQUE

Projet de construction d'ombrières agrivoltaïques mobiles pour  
vignes dans les Pyrénées-Orientales, à BAGES (66670)



Mas Guiter  
Monsieur Jean HENRIC  
66670 BAGES

## SOMMAIRE

|       |                                                                          |    |
|-------|--------------------------------------------------------------------------|----|
| 1     | DEFINITION D'UNE INSTALLATION AGRIVOLTAÏQUE .....                        | 7  |
| 2     | L'AGRICULTEUR EST UN AGRICULTEUR ACTIF .....                             | 9  |
| 2.1   | PRESENTATION DE L'EXPLOITATION .....                                     | 9  |
| 2.2   | ATTESTATION QUE L'AGRICULTEUR EST ACTIF .....                            | 11 |
| 3     | LA DESCRIPTION PHYSIQUE DE LA PARCELLE .....                             | 12 |
| 4     | LES SERVICES APPORTES PAR LE PROJET AGRIVOLTAÏQUE .....                  | 14 |
| 4.1   | SERVICE D'AMELIORATION DU POTENTIEL ET DE L'IMPACT AGRONOMIQUE.....      | 14 |
| 4.1.a | Maintien du rendement.....                                               | 14 |
| 4.2   | SERVICE D'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE .....                      | 17 |
| 4.2.a | Impact thermique .....                                                   | 17 |
| 4.2.b | Impact hydrique .....                                                    | 19 |
| 4.2.c | Impact radiatif.....                                                     | 21 |
| 4.3   | SERVICE DE PROTECTION CONTRE LES ALEAS .....                             | 21 |
| 4.3.a | Protection face aux fortes chaleurs, à une trop forte lumière.....       | 22 |
| 4.3.b | Protection face aux épisodes gélifs ou épisodes de grêle.....            | 23 |
| 4.3.c | Homogénéisation des eaux de pluie.....                                   | 24 |
| 4.3.d | L'optimisation de la photosynthèse par effacement .....                  | 24 |
| 4.4   | SERVICE D'AMELIORATION DU BIEN-ETRE ANIMAL .....                         | 28 |
| 5     | LA PRODUCTION AGRICOLE EST L'ACTIVITE PRINCIPALE DE LA PARCELLE AGRICOLE | 28 |
| 5.1   | TAUX DE COUVERTURE DES OMBRIERES AGRIVOLTAÏQUES MOBILES .....            | 29 |
| 5.1.a | Longueur moyenne des rangées.....                                        | 29 |
| 5.1.b | Taux de couverture .....                                                 | 29 |
| 5.2   | PERTE DE SURFACE AGRICOLE .....                                          | 30 |
| 5.3   | RAISINS DE CUVES SOUS LES OMBRIERES .....                                | 31 |
| 5.4   | RAISINS DE TABLES SOUS LES OMBRIERES .....                               | 32 |
| 5.5   | ADAPTABILITE ET INTEGRATION MECANIQUE .....                              | 33 |
| 6     | LA PRODUCTION AGRICOLE EST SIGNIFICATIVE ET LE REVENU DURABLE .....      | 34 |
| 6.1   | PRODUCTION SIGNIFICATIVE .....                                           | 34 |
| 6.1.a | Historique des rendements.....                                           | 34 |
| 6.1.b | Production agricole .....                                                | 37 |
| 6.2   | REVENU DURABLE .....                                                     | 38 |
| 6.3   | OBLIGATION DE DISPOSER D'UNE ZONE TEMOIN .....                           | 39 |
| 7     | L'INSTALLATION EST REVERSIBLE .....                                      | 41 |
| 7.1   | GARANTIES FINANCIERES DE DEMANTELEMENT .....                             | 41 |
| 7.2   | DECONSTRUCTION DES INSTALLATIONS.....                                    | 41 |
| 7.3   | RECYCLAGE DES MODULES .....                                              | 41 |
| 7.4   | RECYCLAGE DES STRUCTURES METALLIQUES.....                                | 42 |
| 7.5   | RECYCLAGE DES EQUIPEMENTS ELECTRIQUES (CABLES, POSTES, ONDULEURS) .....  | 43 |
| 7.6   | RECYCLAGE DES AUTRES MATERIAUX .....                                     | 43 |
| 8     | CONTACTS.....                                                            | 44 |
| 9     | ANNEXES.....                                                             | 45 |
| 9.1   | ANNEXE 1 .....                                                           | 45 |
| 9.2   | ANNEXE 2 – ETUDE AGROPEDOLOGIQUE.....                                    | 46 |
| 9.3   | ANNEXE 3 – ETUDE DE SYNERGIE .....                                       | 47 |
| 9.4   | ANNEXE 4 – ARGUMENTAIRE TECHNIQUE ET ETUDE TECHNICO-ECONOMIQUE .....     | 48 |

Ce dossier a pour objectif de présenter et de justifier le caractère agrivoltaïque du projet d'ombrières photovoltaïques porté par Monsieur Henric.

En septembre 2023, Monsieur Henric a sollicité la société Mexens (ex. Technique Solaire) afin de protéger une partie de son vignoble, régulièrement exposée à des aléas climatiques extrêmes. Dans le cadre du renouvellement partiel de ses parcelles, il ne souhaitait pas replanter sans assurer au préalable une protection efficace de ses futures vignes.

La mise en place d'ombrières photovoltaïques, spécifiquement adaptées à la culture de la vigne, s'est rapidement imposée comme une solution pertinente. Ces structures permettront de limiter les effets de la sécheresse, de réduire les risques de grillure liés à l'échaudage, de protéger contre les épisodes de grêle ainsi que de certaines gelées tardives.

Les ombrières, avec des rangées de **panneaux photovoltaïques mobiles** situés à 4,8m de hauteur au point bas, ont été conçues sur mesure, en tenant compte de l'itinéraire technique et des engins agricoles utilisés par Monsieur Henric. Ainsi, ses pratiques culturales et son organisation de travail sont pleinement préservées.

Enfin, une Convention de Suivi Agronomique sera mise en place. Ce suivi permettra de mesurer les performances agronomiques des parcelles équipées, en les comparant à une zone témoin.

|                                                                         |                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Commune d'implantation</b>                                           | BAGES (66670)                                                                                                                                                                                 |
| <b>Type de centrale</b>                                                 | <b>Ombrières photovoltaïques mobiles à usage viticole</b>                                                                                                                                     |
| <b>Technologie utilisée :<br/>Panneaux mobiles</b>                      | 13 144 modules mobiles<br>Structure réversible qui sera recyclée en fin de vie (durée de vie supérieure à 40 ans)                                                                             |
| <b>Puissance crête installée</b>                                        | <b>Environ 8 610 kWc</b>                                                                                                                                                                      |
| <b>Production estimée</b>                                               | <b>Environ 15 170 820 kWh</b> soit la consommation annuelle d'environ<br><b>5 517 foyers</b> (hors chauffage et eau chaude sanitaire)                                                         |
| <b>Surface utile totale au projet</b>                                   | <b>82 013 m² soit 13 % de la SAU totale de l'exploitation</b><br><b>Une zone témoin de 5 372 m²</b> , indiquée dans les dessins techniques, est prévue pour comparer les rendements agricoles |
| <b>Taux de couverture des structures</b>                                | <b>39% - voir partie 5</b>                                                                                                                                                                    |
| <b>Suivi agronomique et partage des données et retours d'expérience</b> | <b>Une Convention de Suivi Agronomique sur 20 ans sera établie</b> dans le cadre de ce projet et l'ensemble des données agronomiques pourra être transmis aux membres de la CDPENAF           |
| <b>Hauteur de l'installation</b>                                        | Point bas minimum du <b>panneau photovoltaïque : 4,79m</b><br>Point haut maximum du <b>panneau photovoltaïque : 5,93m</b>                                                                     |

|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Espace Inter-rangée</b>    | Espace point haut d'une rangée et point bas de l'autre : <b>1,41m</b><br>Espace entre 2 rangées de vignes : <b>2,5m</b><br>Espace entre le milieu de 2 rangées de panneaux : <b>2,5m</b><br><b>Il y aura une rangée de panneaux au-dessus de chaque sillon</b> |
| <b>Nombre de pieux battus</b> | <b>759 pieux</b> sont prévus pour soutenir la structure                                                                                                                                                                                                        |

L'ensemble de ce dossier de justification agrivoltaïque se base sur les 4 annexes présentées ci-dessous :

- **Annexe 1** : Scénario de pilotage de la structure agrivoltaïque mobile
- **Annexe 2 : Une étude agro-pédologique** qui a pour objectif de **caractériser les sols de la parcelle viticole** afin d'évaluer leur **fonctionnement agronomique et leur potentiel de production**, dans le cadre d'un projet agrivoltaïque. Elle vise à identifier les types de sols, analyser leurs propriétés physiques, chimiques et hydriques, et apprécier leur aptitude à accueillir durablement la vigne et les aménagements projetés. L'étude permet d'aboutir à une **typologie fine des sols**, de qualifier leur **réserve en eau, leur fertilité et leurs contraintes éventuelles** (hydromorphie, structure, pH, éléments nutritifs), et de **déterminer un potentiel agronomique contrasté à l'échelle de la parcelle**. Elle fournit ainsi des éléments objectifs pour **adapter l'implantation du projet et les pratiques agricoles**, et confirmer la compatibilité du projet agrivoltaïque avec le maintien d'une production viticole durable.
- **Annexe 3 : Une étude de synergie agrivoltaïque** qui a pour objectif de **démontrer la conformité du projet d'ombrières agrivoltaïques avec le cadre réglementaire**, en particulier les critères définis par la loi APER et son décret d'application. Elle vise à évaluer les **services agronomiques apportés à la culture de la vigne**, à vérifier le **maintien d'une production agricole significative**, et à s'assurer de l'**absence d'impacts négatifs substantiels ou limités** sur la culture, en conditions climatiques actuelles et futures.  
L'étude permet d'objectiver les **effets agronomiques de la structure agrivoltaïque**, notamment sur l'irradiance, le stress hydrique et le stress thermique, à l'échelle des différents stades phénologiques de la vigne. Elle met en évidence les **conditions de pilotage agronomique nécessaires** pour garantir les besoins physiologiques de la culture, limiter les risques de perte de rendement et améliorer la résilience face au changement climatique. Les résultats attendus visent ainsi à **confirmer la synergie entre production agricole et production énergétique**, et à valider la compatibilité du projet avec les exigences réglementaires en matière d'agrivoltaïsme.
- **Annexe 4** : La présente étude a pour objectif de **caractériser le contexte agro climatique, technique, agronomique et économique** du projet agrivoltaïque porté par l'EARL HENRIC LACLARE sur la commune de Bages (66), et d'apprécier la

compatibilité du projet avec le maintien et le développement durable d'une activité viticole comme usage principal des parcelles concernées.

Elle vise à analyser les contraintes climatiques actuelles et futures, les dynamiques agricoles locales, les références technico-agronomiques existantes en viticulture, ainsi que les choix techniques et culturels retenus, afin de démontrer la cohérence du projet agrivoltaïque avec les objectifs de production agricole, d'adaptation au changement climatique et de pérennité de l'exploitation.

L'étude s'appuie sur des données agroclimatiques, bibliographiques, territoriales et technico-agronomiques, ainsi que sur l'analyse des pratiques et résultats de l'exploitation, pour évaluer les effets attendus du projet agrivoltaïque sur la production viticole et les services agronomiques rendus.

Elle est complétée par une **étude technico-économique**, réalisée séparément, dont l'objet est de **justifier la soutenabilité économique du projet et la durabilité du revenu agricole**, conformément aux exigences de l'article R.314-117 du Code de l'énergie, sans remettre en cause le caractère principal de l'activité agricole.

Pour rappel, la France est un acteur majeur de la production agricole en Europe, positionnée au 1er rang européen (soit 95 milliards d'euros par an en 2023) ; 46 % du territoire français est alloué à l'usage agricole. Or depuis des décennies, le secteur agricole traverse une profonde mutation socioéconomique, avec :

une concentration des exploitations (hausse de formes sociétaires et grandes exploitations agricoles) ;

une baisse des aides aux productions agricoles passant à un budget total de 7,69 Md€ en 2005 à 6,67 Md€ en 2019 ;

une baisse de l'emploi salarié et non salarié, accompagnée d'une baisse de la part des personnes de moins de 40 ans travaillant dans le secteur agricole.

De plus, face au dérèglement climatique, la vulnérabilité des exploitations agricoles s'accroît avec une dégradation potentielle des débouchés agricoles (baisse des rendements, perte de qualité des produits) et une augmentation des coûts d'exploitation pour la mise en place de moyens de luttés contre les aléas météorologiques et biologiques délétères : sécheresse, gel « tardif », bioagresseurs, maladies etc.

Dans un contexte de transition énergétique et écologique, l'agriculture est appelée à lutter contre le réchauffement climatique ou encore la surexploitation de l'eau. En effet, la Stratégie Nationale Bas Carbone préconise, d'ici 2050, une réduction de 50% des émissions de gaz à effet de serre issues de l'agriculture, soit environ 40 Mt de CO<sub>2</sub> (10% de la part totale nationale) . Cette transition agricole reste un défi important pour les propriétaires et les exploitants dont les principales problématiques concernent leur capacité d'investissement, le risque de perte de chiffre d'affaires ou encore le besoin de nouvelles solutions techniques.

Dans ce contexte, la recherche de solutions techniques et financières a mené à une réflexion vers une synergie entre l'agriculture et le développement de projets photovoltaïques : pan primordial de la transition écologique. Les développeurs photovoltaïques, en partenariat avec leurs partenaires agricoles, se sont intéressés au développement de projets dits « agrivoltaïques », pour venir répondre aux enjeux de la transition agricole et énergétique.

## 1 Définition d'une installation agrivoltaïque<sup>1</sup>

Est considérée comme agrivoltaïque une installation qui apporte directement à la parcelle agricole au moins l'un des services suivants, en garantissant à un agriculteur actif une production agricole significative et un revenu durable en étant issu :

- **L'amélioration du potentiel et de l'impact agronomiques** qui consiste en une amélioration des qualités agronomiques du sol, en une augmentation du rendement de la production agricole ou, à défaut, au maintien de ce rendement ou au moins à la réduction de la baisse tendancielle du rendement qui est observée au niveau local ;
- **L'adaptation au changement climatique** : limitation des effets néfastes du changement climatique se traduisant par une augmentation du rendement de la production agricole ou, à défaut, à la réduction, voire au maintien, du taux de la réduction tendancielle du rendement qui est observée au niveau local, ou par une amélioration de la qualité de la production agricole ;
- **La protection contre les aléas météorologiques** qui apprécie au regard de la protection apportée par les modules agrivoltaïques contre au moins une forme d'aléa météorologique, ponctuel et exogène à la conduite de l'exploitation et qui fait peser un risque sur la quantité ou la qualité de la production agricole, à l'exclusion des aléas strictement économiques et financiers ;
- **L'amélioration du bien-être animal** qui s'apprécie au regard de l'amélioration du confort thermique des animaux, démontrable par l'observation d'une diminution des températures dans les espaces accessibles aux animaux à l'abri des modules photovoltaïques et par l'apport de services ou de structures améliorant les conditions de vie des animaux.

Une installation **ne pourra pas être considérée comme agrivoltaïque** si elle :

- **Ne comporte pas une zone témoin d'une superficie** d'au moins 5% de la surface agrivoltaïque installée, dans une limite d'un hectare ;
- **Ne permet pas une production agricole significative** soit si la moyenne du rendement par hectare observé sur la parcelle est supérieure à 90% de la moyenne du rendement par hectare observé sur une zone témoin ;
- **Ne permet pas à la production agricole d'être l'activité principale de la parcelle agricole** soit si plus de 10% de la superficie de la parcelle agricole n'est plus exploitable du fait de l'installation agrivoltaïque ; si la hauteur de l'installation agrivoltaïque ainsi que l'espacement inter-rangées ne permettent une exploitation normale (sécurité physique, abri des animaux, passage des engins agricoles) ;
- **Ne permet pas des opérations de démantèlement et de remise en état d'un site** après exploitation comprenant (1) le démantèlement des installations de production, y compris l'excavation de toutes les fondations et installations enterrées ; (2) la remise en état des terrains, en garantissant notamment le maintien de leur vocation initiale ; (3) la

<sup>1</sup> Selon le décret n° 2024-318 du 8 avril 2024 relatif au développement de l'agrivoltaïsme et aux conditions d'implantation des installations photovoltaïques sur des terrains agricoles, naturels ou forestiers.

réutilisation, le recyclage, la valorisation ou à défaut l'élimination des déchets de démolition ou de démantèlement dans les filières dûment autorisées à cet effet.

## 2 L'agriculteur est un agriculteur actif

### 2.1 Présentation de l'exploitation

L'exploitation se situe au lieu-dit « Cami de Vilanova » sur la commune de BAGES (66670 ; Figure 1). Les bâtiments de stockage ainsi que les bureaux appartiennent à Monsieur Jean HENRIC, en sa qualité de gérant. La surface agricole utile (SAU) de l'exploitation HENRIC est d'un peu plus de 62,55 hectares.



Figure 1 : Photo aérienne et plan IGN de l'exploitation.

L'arrière grand-père de Monsieur Henric, Jean Henric a débuté dans les années 1930 avec du maraîchage, de l'arboriculture et la culture de la vigne avec des chevaux à l'époque, autour de la propriété du mas Guiter, ainsi que dans la région de St Hippolyte.

Puis, le grand-père René Henric a repris dans les années 1960 toujours dans les mêmes cultures et sur les mêmes surfaces.

Le père, Philippe Henric, a repris l'exploitation en 1980 avec l'aide active du grand-père. Il s'est agrandi et a exploité des abricotiers et des pêchers. Malheureusement, dans les années 2000, la crise agricole étant intense, il a arrêté la cave familiale et l'arboriculture pour entrer en cave coopérative à Pollestres. De là, il a commencé à mécaniser progressivement tout le vignoble pour être plus compétitif. La machine à vendanger a été acquise en 2010 pour être autonome. L'exploitation est de 30 hectares.

En 2015, Monsieur Henric est entré sur l'exploitation, puis en 2018, il l'a reprise. Par chance, son père lui a laissé une exploitation jeune et entièrement mécanisée. Il a agrandi à 40 hectares. Malheureusement, malgré des vignes très bien travaillées, les années de sécheresse, d'échaudage et de grêle ont débuté, faisant énormément baisser les rendements. En 2022, il a fait installer le goutte-à-goutte sur une petite partie de 15 hectares. En 2023, une sécheresse extrême a causé la mort des vignes là où le goutte-à-goutte n'était pas présent. Puis, en septembre 2023, sur Bages, avant même que les vignes ne soient vendangées, la grêle s'est abattue sur le peu de ceps prometteurs.

M. Henric souhaite renouveler le vignoble vieillissant et ses terres agricoles en leur apportant un outil de protection climatique. La vocation agricole du site sera donc maintenue et pérennisée par la mise en place d'ombrières photovoltaïques mobiles pour vignes..

En résumé (voir tableau 2, annexe 4) :

- Propriétaire de l'exploitation : **EARL HENRIC LACLARE, géré par Jean HENRIC**
- Surface de l'exploitation : **62,55 ha**
- Exploitation entièrement mécanisée
- Vente effectuée en direct avec la coopérative **LAURE DE NYLS**

## 2.2 Attestation que l'agriculteur est actif

 **santé**  
**famille**  
**retraite**  
**services**  
MSA Grand Sud

Carcassonne, le 28 avril 2026

Gestion NSA  
Cotisations des Non Salarisés  
Dossier : 1 93 08 66 136 093 (1NG1)  
HENRIC JEAN-PIERRE

**ATTESTATION**

Je soussigné, Directeur de la Caisse de MSA GRAND SUD, certifie que :

Monsieur HENRIC JEAN-PIERRE  
domicilié : RTE DE VILLENEUVE MAS PALTOR  
66670 BAGES

est inscrit auprès de mon organisme en qualité de membre de société non salarié agricole

- depuis le 01/02/2019
- sous le numéro : 1930866136093.

Attestation délivrée pour servir et valoir ce que de droit.

A Carcassonne, le 28/04/2026.

P/ Le Directeur  
Votre correspondant(e)

MSA GRAND SUD  
6 RUE DU PALAIS  
11011 CARCASSONNE CEDEX 9

Tél Prestations : 04 68 55 11 66  
Tél Cotisations : 04 68 11 76 76

En direct sur votre espace privé [grandsud.msa.fr](https://grandsud.msa.fr)  
[communication.blf@grandsud.msa.fr](mailto:communication.blf@grandsud.msa.fr)  
Assistance internet 03 20 90 05 00

foli

Figure 2 : Attestation MSA de Jean HENRIC

### 3 La description physique de la parcelle

Le guide d'application des dispositions réglementaires relatives aux installations agrivoltaïques précise que la **parcelle agricole** à prendre en compte pour un projet agrivoltaïque (selon l'article R. 314-108) correspond à une zone aux **caractéristiques agricoles homogènes**, englobant toutes les installations photovoltaïques de manière **continue**.

Cette continuité est maintenue si la densité des panneaux reste constante. Une réduction injustifiée de cette densité peut obliger à **scinder la parcelle en plusieurs unités**. De plus, la présence d'**obstacles physiques** (route, haie, butte, etc.) traversant l'installation entraîne également la division en **parcelles distinctes**.

Les infrastructures annexes (pistes, voies d'entretien, équipements de raccordement) ne sont pas comprises dans la surface agricole définie.

Ainsi, dans le cadre de l'installation agrivoltaïque de M. HENRIC, la parcelle agricole à considérer est de **82 013 m²**.



Figure 3 : Plan de masse du projet agrivoltaïque

La structure agrivoltaïque sera implantée sur une parcelle avec une future plantation viticole, dédiée à la culture du grenache blanc, grenache gris et caladoc.

Afin d'évaluer la compatibilité du projet avec les caractéristiques agronomiques du sol, une **étude agropédologique** (annexe 2) a été réalisée.

Voici un extrait de la conclusion de cette analyse propre à la parcelle :

Les caractéristiques issues des **sondages** et des **analyses de laboratoire** ont été extrapolées à l'ensemble des **UTS** identifiées sur la **ZIP** afin d'en proposer une lecture synthétique. Une certaine **variabilité interne** demeure néanmoins possible, notamment en lien avec les **contrastes topographiques et hydriques** observés.

Les sols de la **ZIP** présentent majoritairement des **textures fines** (limono-argileuses à argilo-sableuses) et des **pH** parfois trop acides ou trop basiques, pouvant entraîner des **blocages de nutriments**, en particulier du **phosphore** et de plusieurs **oligo-éléments**. Les teneurs en **cuivre** très élevées sur les zones cultivées témoignent d'un **historique viticole marqué**, tandis que les teneurs très faibles en **bore** sur certaines zones peuvent **limiter la fertilité de la vigne**. La **minéralisation de l'humus** fournit des quantités d'**azote** suffisantes pour couvrir les besoins de la vigne.

La **ZIP** se structure ainsi en **trois ensembles distincts** :

- **L'UTS 1**, regroupe des **Luvisols/reductisols** à texture **argilo-sableuse**, à structure **compacte, instable** et avec une **activité biologique faible**. Le **RUM théorique** est le **plus faible** de la zone.
- **L'UTS 2** regroupe quant à elle des **Luvisols** à texture **argilo-limono-sableuse, hydromorphes**, à structure **compacte** et **activité biologique faible**. Leur **drainage limité**, la présence de **gley** et la **variabilité hydrique importante** réduisent fortement leur **potentiel agronomique**, malgré un **RUM théorique** qui y est le **plus élevé**.
- Enfin, **l'UTS 3** regroupe des **Brunisols** à texture **argilo-limono-sableuse**, globalement **sains** mais **sensibles au tassement**. Leur **profondeur** et leur **RUM** importantes confèrent un **potentiel agronomique intéressant**, sous réserve de maîtriser les risques d'**asphyxie temporaire** et de **compaction**.

Dans l'ensemble, la **ZIP** présente donc un **potentiel agronomique contrasté**, dépendant fortement de la **profondeur utile**, de l'**hydromorphie** et du **statut chimique des sols**. Les **contraintes identifiées** peuvent être partiellement compensées par des **pratiques adaptées** (**gestion du cuivre, apport raisonné en bore, maintien de la structure, couverture végétale** limitant la **battance** et l'**érosion**).

## 4 Les services apportés par le projet agrivoltaïque

### 4.1 Service d'amélioration du potentiel et de l'impact agronomique

Selon l'article R.314-110 du Code de l'énergie, ce service consiste en :

- Une amélioration des qualités agronomiques du sol et,
- Une augmentation du rendement de la production agricole ou, à défaut, au maintien de ce rendement ou au moins à la réduction de la baisse tendancielle du rendement qui est observée au niveau local.

Le projet d'ombrières agrivoltaïques n'aura pas d'impact significatif sur la qualité agronomique du sol. En effet, les pistes prévues seront constituées de graves non traitées, laissant l'eau s'infiltrer, sans engendrer d'imperméabilisation. Les surfaces effectivement imperméabilisées (poste électrique, pieux) représentent seulement 0,09 % de la parcelle, soit 73 m<sup>2</sup>, une proportion négligeable.

Les travaux ne modifieront pas la structure ou la composition chimique du sol, puisqu'aucun travail en profondeur ni apport d'amendement n'est prévu. Les tranchées nécessaires pour le passage des câbles seront comblées avec le sol d'origine. La mise en place des panneaux via pieux battus, ainsi que l'absence de revêtement imperméable, permettent de préserver la réserve utile en eau.

Par ailleurs, la viticulture sera maintenue.

L'écoulement des eaux ne sera que très faiblement modifié grâce aux modules non jointifs qui permettent à l'eau de s'infiltrer naturellement.

**En résumé, le projet ne compromet ni la composition, ni la fertilité, ni la structure du sol, assurant ainsi la préservation de sa qualité agronomique.**

Afin de vérifier le maintien du potentiel agronomique du sol, tout au long du projet, des études de sols pourront être réalisées dans le cadre du suivi du parc en exploitation.

#### 4.1.a Maintien du rendement

L'étude de synergie agrivoltaïque (annexe 3) réalisée pour le projet d'ombrières agrivoltaïques sur vignes démontre que la mise en place de la structure, **associée à un pilotage agronomique des panneaux**, permet de **maintenir le potentiel de rendement viticole entre la situation initiale (zone témoin) et la situation projetée**, conformément aux exigences du décret agrivoltaïque.

Le rendement de la vigne dépend fortement de la **quantité d'irradiance photosynthétiquement active (PAR)** reçue à certains **stades phénologiques clés**, en particulier :

- le **débourrement**,
- la **floraison et la nouaison**,
- la **véraison et la maturation**.

La littérature scientifique mobilisée dans l'étude montre que la vigne présente une **bonne tolérance à un ombrage modéré**, à condition que des **seuils minimaux d'irradiance soient respectés par stade**. Ces seuils ont été fixés entre **65 % et 75 % de l'irradiance de la zone témoin**, selon les phases de développement, afin de garantir :

- le bon fonctionnement de la photosynthèse,
- la fertilité des inflorescences,
- la croissance et la maturation des baies.

Les modélisations montrent que :

- un fonctionnement en **full tracking solaire**, optimisé uniquement pour la production électrique, **ne permet pas de satisfaire les besoins en irradiance de la vigne** sur la majorité des stades phénologiques, entraînant un **risque élevé d'atteinte au rendement** ;
- à l'inverse, un **pilotage agronomique des trackers**, donnant la priorité aux besoins lumineux de la culture, permet de **respecter l'ensemble des seuils d'irradiance définis pour la vigne**, aussi bien :
  - en climat actuel (TMY 2026),
  - qu'à horizon climatique futur (2050).

Dans cette configuration agronomique, **aucun stade phénologique n'est déficitaire en irradiance** par rapport aux seuils de référence.

Le respect des seuils d'irradiance par stade phénologique implique que :

- les processus physiologiques déterminants du rendement (fertilité, nouaison, croissance des baies, accumulation des sucres) sont **maintenus** ;
- le **risque de perte de rendement est qualifié de faible** par l'étude ;
- le critère réglementaire de **maintien d'une production agricole significative**, définie comme au moins **90 % du rendement de la zone témoin**, est satisfait.

Ainsi, sur la base du bilan d'irradiance détaillé et des modélisations agronomiques réalisées, l'étude conclut que **le rendement viticole est maintenu entre la situation avant projet et la situation après projet**, sous réserve de la mise en œuvre effective du **pilotage agronomique des panneaux (explicité en annexe 1)**.

En conclusion, l'ombrière agrivoltaïque projetée, lorsqu'elle est exploitée avec un pilotage agronomique adapté, **ne porte pas atteinte à la composante radiative du rendement de la vigne**. Elle permet de concilier :

- le **maintien du rendement agricole**,
- la réduction des stress hydrique et thermique,
- et la production d'électricité photovoltaïque,

en conformité avec les critères de la **loi APER** et de son décret d'application.

### Modélisation tracking agronomique données météo TMY 2026

| Irradiance                                                                                                                                           |                    |                        |                           |                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Critères visés : pas de baisse de rendement (Art R314-110) production agricole significative = au moins 90% du rdt de la zone témoin (Art. R314-114) |                    |                        |                           |                             |
| Stades phénologiques                                                                                                                                 | Irradiance APV (%) | Seuil d'irradiance (%) | Irradiation manquante (%) | Besoin irradiance satisfait |
| 1 - Débourrement                                                                                                                                     | 66,6               | 65                     | n.c.                      | ✓                           |
| 2 - Débourrement - Début floraison                                                                                                                   | 75,3               | 75                     | n.c.                      | ✓                           |
| 3 - Début floraison - Mi-floraison                                                                                                                   | 75,4               | 75                     | n.c.                      | ✓                           |
| 4 - Mi-floraison - Nouaison                                                                                                                          | 75,1               | 75                     | n.c.                      | ✓                           |
| 5 - Nouaison - Début véraison                                                                                                                        | 75,1               | 75                     | n.c.                      | ✓                           |
| 6 - Début véraison - Fin véraison                                                                                                                    | 75,2               | 75                     | n.c.                      | ✓                           |
| 7 - Fin véraison - Maturité                                                                                                                          | 68,5               | 65                     | n.c.                      | ✓                           |
| 8 - Période post-maturité                                                                                                                            | 75,4               | 75                     | n.c.                      | ✓                           |
| Interprétation                                                                                                                                       |                    |                        |                           |                             |
| Risque d'atteinte au rendement                                                                                                                       |                    |                        |                           | Faible                      |
| Adéquation aux critères législatifs                                                                                                                  |                    |                        |                           | ✓                           |

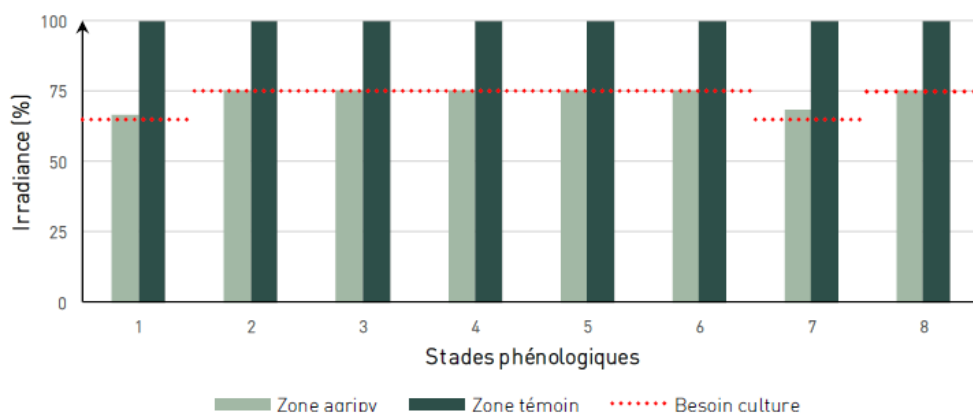


Figure 4 : Bilan de l'irradiance par stade en tracking agronomique (zone 1 et zone 2) données Agrisoleo

**Ainsi, ce projet ne porte pas d'atteinte substantielle au service d'amélioration du potentiel et de l'impact agronomique.**

## 4.2 Service d'adaptation au changement climatique

L'article R.314-111 du Code de l'énergie indique que ce service consiste en une limitation des effets néfastes du changement climatique qui doit se traduire par une augmentation du rendement de la production agricole ou, à défaut, à la réduction, voire au maintien, du taux de la réduction tendancielle du rendement qui est observée au niveau local, ou par une amélioration de la qualité de la production agricole.

La limitation des effets néfastes du changement climatique s'apprécie notamment par l'observation de l'un des effets adaptatifs suivants :

- En termes d'impact thermique, par la fonction de régulation thermique de la structure en cas de canicule ou de gel précoce ou tardif ;
- En termes d'impact hydrique, par la limitation du stress hydrique des cultures ou des prairies, l'amélioration de l'efficacité d'utilisation de l'eau par irrigation ou la diminution de l'évapotranspiration des plantes ou de l'évaporation des sols, et par un confort hydrique amélioré ;
- En termes d'impact radiatif, par la limitation des excès de rayonnement direct conduisant notamment à une protection contre les brûlures foliaires.

Afin de justifier le critère d'adaptation au changement climatique comme étant un service rendu à l'agriculture, **des simulations d'ensoleillement ont été réalisées via le logiciel OPTISOLEO de la société AGRISOLEO**. Ces résultats sont synthétisés ci-dessous, et à retrouver dans le détail dans l'annexe 3.

Pour rappel, le logiciel **OPTISOLEO** utilise les données agropédologiques de la parcelle (**annexe 2**), ses caractéristiques climatiques (**annexes 2, 3 et 4**) ainsi que les caractéristiques des ombrières adaptées à l'exploitation de Jean HENRIC pour fournir les résultats ci-dessous.

Le logiciel **OPTISOLEO**, nous permet donc de mesurer l'impact thermique, hydrique et radiatif des ombrières agrivoltaïques sur les parcelles projet.

### 4.2.a Impact thermique

Une analyse du climat local de la commune de BAGES est à retrouver en annexe 4 (partie 2.1).

Les données climatiques présentées montrent un climat typique du sud méditerranéen, marqué par des étés chauds et secs et des hivers doux et relativement humides (Figure 3, annexe 4).

Les précipitations sont maximales en automne, avec un pic en octobre (80 mm), tandis que l'été est très sec, en particulier juillet (17 mm) et juin (23 mm).

Les températures maximales journalières moyennes progressent régulièrement de 12 °C en janvier à un maximum de 29 °C en juillet et août. Les minimales suivent la même tendance, atteignant 20 °C en juillet et août, ce qui confirme des nuits chaudes estivales.

Concernant les jours très chauds, ceux dépassant 32 °C apparaissent uniquement de juin à septembre, avec un maximum de 4,9 jours en août, indiquant un risque modéré mais réel de fortes chaleurs estivales.

La température moyenne mensuelle atteint son pic en juillet et août (24,5 °C), avant de redescendre progressivement vers l'hiver.

Dans l'ensemble, ces données confirment un climat méditerranéen chaud à forte variabilité saisonnière, **caractérisé par un stress hydrique estival important**, des pics de chaleur modérés, et des précipitations concentrées hors saison de croissance estivale.

Les structures agrivoltaïques induisent une diminution de la température en particulier lorsque cette dernière devient chaude (cf. 2.2.3 p.13, annexe 3). Ainsi, l'ajout de structures agrivoltaïques impacte positivement le stress thermique qui est diminué en leur présence. Le nombre de jours échaudant est ainsi réduit de 6 jours en présence de structure lors de la nouaison / début véraison ou encore de 10 jours en fin véraison /maturité. Au total, le nombre de jours échaudant est diminué de 22 jours (-40% de jours échaudant) (Figure 5).

Par ailleurs, les structures agrivoltaïques permettant une augmentation de +2 °C lorsque la température de l'air est négative, une protection vis-à-vis du gel serait attendue vis-à-vis de ces événements lorsque la température n'est pas en dessous de -2°C (logiciel Agrisoleo, Équation 3, annexe 2). Les simulations de températures par Météonorm ne simulent pas de jours de gel sur l'ensemble des stades phénologiques de la vigne. Néanmoins, il s'agit ici de tendance ce qui n'exclut pas la présence de gel lors d'événements extrêmes.

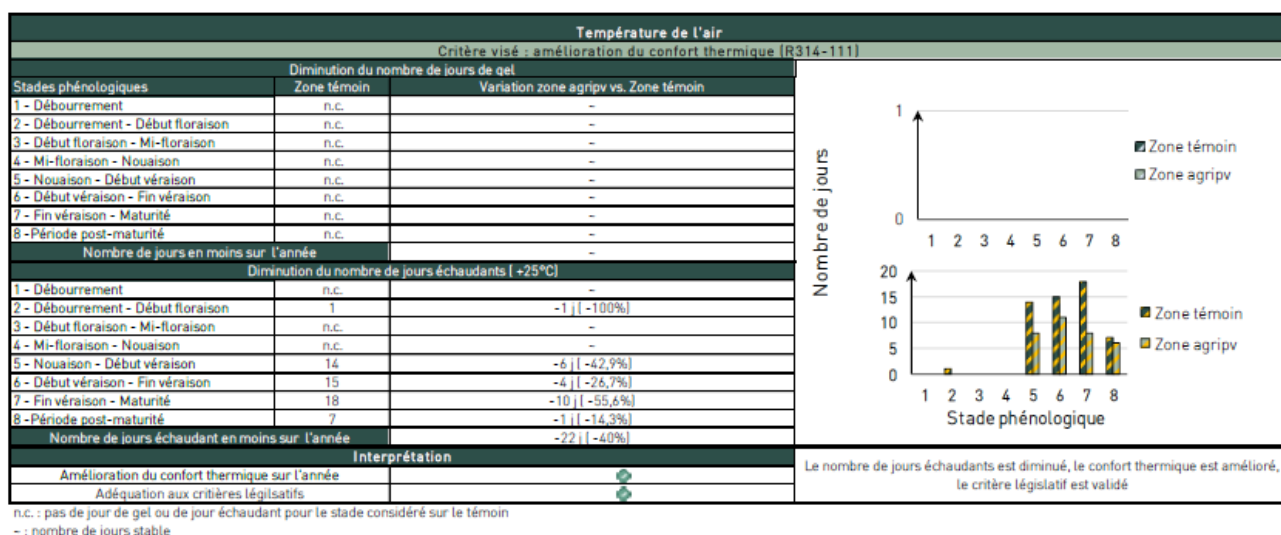


Figure 5 : Température de l'aire et confort thermique en fonctionnement tracking agronomique (Zone 1 et Zone 2), 2025. données Agrisoleo

La structure agrivoltaïque ne protège pas des épisodes de gels qui sont inexistantes, mais protège du nombre de jours échaudant (- 22j) soit une baisse de 40% par rapport à la zone témoin. **La régulation thermique en cas de canicule est donc prouvée.**

## 4.2.b Impact hydrique

La diminution de l'irradiance directe sur la culture par l'ajout d'une structure agrivoltaïque modifie l'ETP de la culture et diminue ainsi le stress hydrique de la culture. Ce dernier est retardé pour les deux zones considérées (zone 1 et zone 2, voir annexe 3).

Ainsi, le nombre de jours sous contrainte hydrique forte est diminuée de 21 jours en présence de la structure par rapport à la zone témoin pour la zone 1. Le nombre de jours où la culture est en stress hydrique sur l'année est diminué de 14% (31 jours en moins).

Par ailleurs, le nombre de jours où la réserve en eau est plus importante avec les structures est de 312 jours (Figure 6).

| Bilan hydrique                                                                       |                     |                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------|
| Critères visés : diminution évapotranspiration, confort hydrique amélioré (R314-111) |                     |                                       |
| Nombre de jours où la réserve en eau est plus importante avec les structures agripv  |                     |                                       |
| 312                                                                                  |                     | ✓                                     |
| Interprétation                                                                       |                     |                                       |
| Diminution de l'évapotranspiration                                                   |                     | ✓                                     |
| Confort hydrique                                                                     | Nb jour zone témoin | Variation zone agripv vs. zone témoin |
| Contrainte hydrique forte à très forte : Inférieur à 7% RU                           | 125                 | -21 j (-16,8%)                        |
| Contrainte hydrique modéré : Compris entre 7 à 20% RU                                | 45                  | -9 j (-20 %)                          |
| Contrainte faible : plus de 20% RU                                                   | 51                  | -1 j (-2 %)                           |
| Jours de contrainte hydrique annuel                                                  | 221                 | -31 j (-14 %)                         |
| Interprétation                                                                       |                     |                                       |
| Amélioration du confort hydrique sur l'année                                         |                     | ✓                                     |
| Adéquation aux critères législatifs                                                  |                     | ✓                                     |

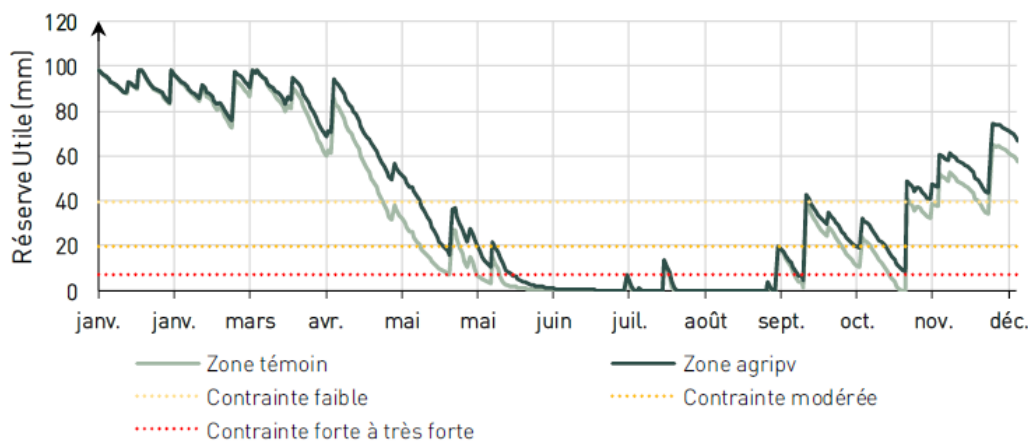


Figure 17: Bilan hydrique en fonctionnement tracking agronomique, zone 1, données Agrisoléo

Figure 6 : Bilan hydrique en fonctionnement tracking agronomique, zone 1, données Agrisoléo

Pour la Zone 2, le nombre de jours sous contrainte hydrique forte est diminué de 26 jours sous la structure par rapport à son témoin. Le nombre de jours de stress hydrique sur l'année est réduit de 9,3 % (soit 20 jours en moins).

Enfin, le nombre de jours où la réserve en eau est plus importante avec les structures s'élève à 357 jours (Figure 7).

| Bilan hydrique                                                                       |              |                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------------------|
| Critères visés : diminution évapotranspiration, confort hydrique amélioré (R314-111) |              |                                       |
| Nombre de jours où la réserve en eau est plus importante avec les structures agripv  |              |                                       |
| 357                                                                                  |              | ✓                                     |
| Interprétation                                                                       |              |                                       |
| Diminution de l'évapotranspiration                                                   |              | ✓                                     |
| Confort hydrique                                                                     | Nb jour zone | Variation zone agripv vs. zone témoin |
| Contrainte hydrique forte à très forte : Inférieur à 7% RU                           | 109          | -26 j (-23,9%)                        |
| Contrainte hydrique modérée : Compris entre 7 à 20% RU                               | 52           | +6 j (+11,5%)                         |
| Contrainte faible : plus de 20% RU                                                   | 55           | +0 j ~                                |
| Jours de contrainte hydrique annuel                                                  | 216          | -20 j (-9,3 %)                        |
| Interprétation                                                                       |              |                                       |
| Amélioration du confort hydrique sur l'année                                         |              | ✓                                     |
| Adéquation aux critères législatifs                                                  |              | ✓                                     |

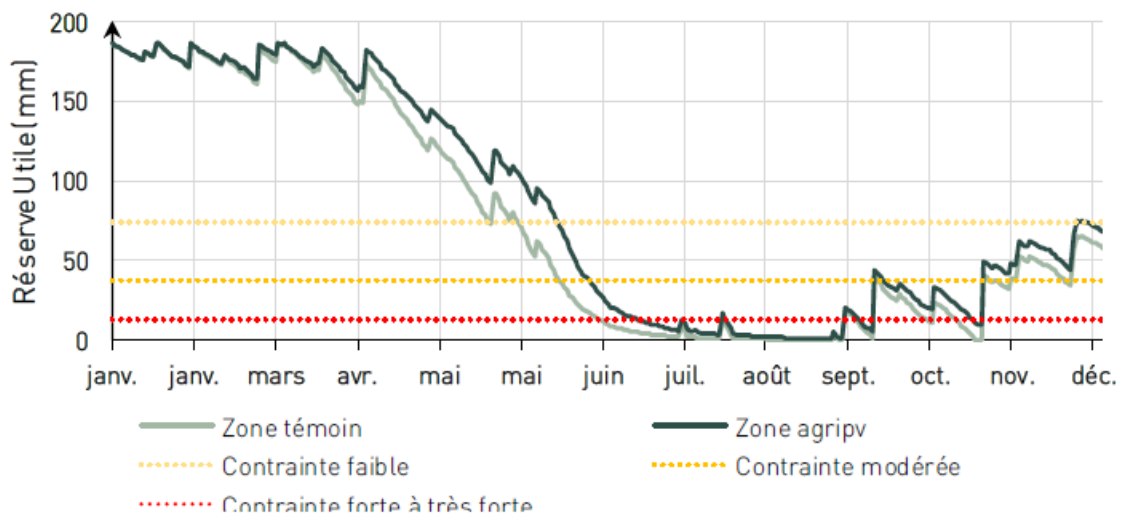


Figure 7 : Bilan hydrique en fonctionnement tracking agronomique, zone 1, données Agrisoléo

La réserve utile est consommée moins vite pour la zone 1 et la zone 2, **les jours de stress hydrique sont moins nombreux, le critère législatif est validé.**

### 4.2.c Impact radiatif

La figure 4 illustre la diminution d'irradiance induite par la structure agrivoltaïque. Le tableau de l'annexe 1 précise les périodes où les panneaux créent de l'ombrage sur la vigne, assurant une protection contre les risques de brûlures foliaires.

**La structure limite ainsi les excès de rayonnement : le critère réglementaire est satisfait.**

**En conclusion, la structure agrivoltaïque maintient les rendements (voir ci-dessus), limite le stress hydrique, radiatif et thermique. Ces éléments permettent de conclure sur le fait que la structure agrivoltaïque rends service au critère d'adaptation au changement climatique.**

## 4.3 Service de protection contre les aléas

Selon l'article R.314-112 du Code de l'énergie, ce service s'apprécie au regard de la protection apportée par les modules agrivoltaïques contre au moins une forme d'aléa météorologique, ponctuel et exogène à la conduite de l'exploitation et qui fait peser un risque sur la quantité ou la qualité de la production agricole. Les aléas strictement économiques et financiers sont exclus.

Mexens (ex. Technique Solaire) propose une association rang panneaux photovoltaïques – rang de vigne, afin de conserver une protection efficace des cultures sous-jacentes des fortes chaleurs ou encore de la grêle. En effet, pailler les rangs de panneaux solaires aux rangs de vigne, protégé plus efficacement les plants lors d'événements météorologiques déléteurs.

Structure : Coupe de principe  
Ech: 1/75

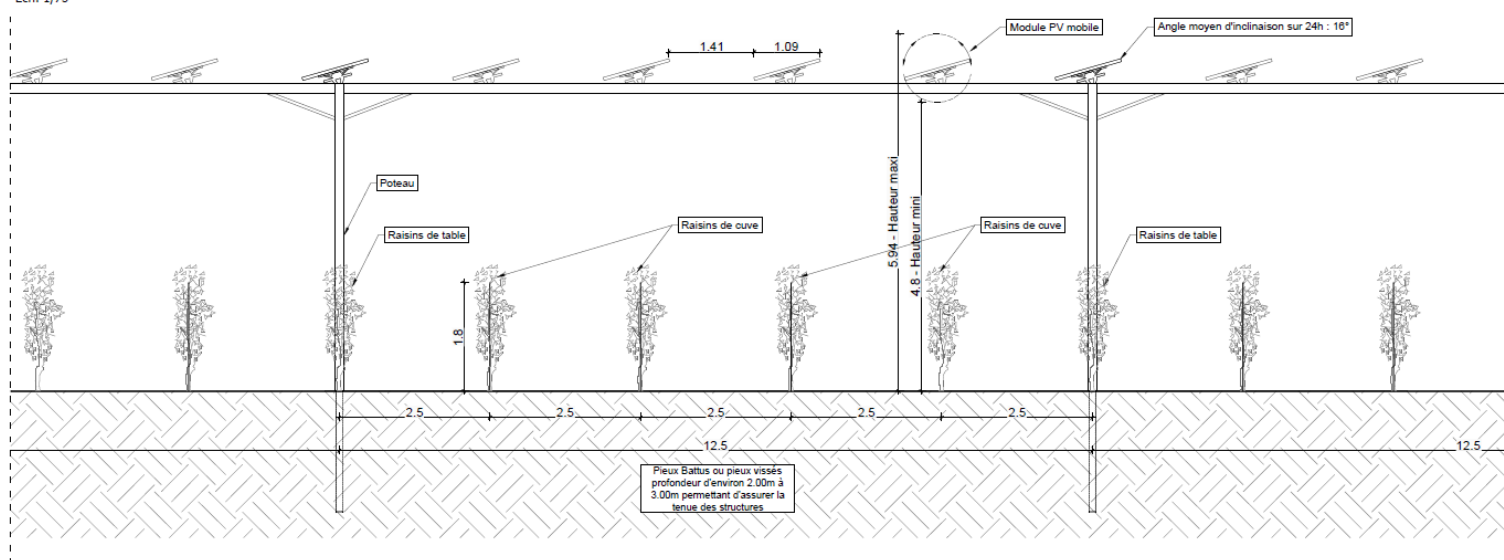


Figure 8 : plan de coupe de la structure de Jean HENRIC

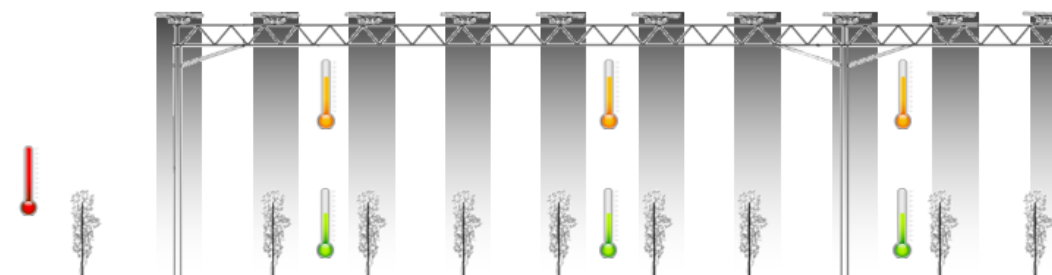
Les panneaux solaires sont pilotables à l'échelle horaire et se déplacent sur un seul axe suivant les consignes définies par un algorithme. L'orientation des panneaux se repose sur quatre grands modes dont 3 ayant pour objectif principal d'apporter une protection contre les aléas :

### 4.3.a Protection face aux fortes chaleurs, à une trop forte lumière.

Dans ce cas, les panneaux sont positionnés pour ombrager au maximum les plants de vigne. Il est à souligner que l'association d'un rang de vigne avec un rang de panneaux est nécessaire pour avoir un effet optimal de cette protection :



Possibilité d'ombrager les vignes lorsque le soleil est au zénith en été. Cela permettra de faire baisser la température de quelques degrés, d'éviter les brûlures et de limiter l'irrigation



Les épisodes de forte chaleur, qu'ils se manifestent sous forme de sécheresses prolongées, de stress hydrique sévère ou de canicules, constituent aujourd'hui des aléas climatiques ponctuels et exogènes, reconnus comme particulièrement dommageables pour les cultures. Ces phénomènes entraînent une augmentation rapide de l'évaporation du sol, un assèchement de la zone racinaire, ainsi que des ralentissements ou arrêts de croissance lors de phases sensibles du développement végétal.

Les structures agrivoltaïques contribuent à atténuer ces effets grâce à une réduction du rayonnement direct et à la création d'un microclimat. Elles permettent ainsi : de limiter l'évaporation du sol, de maintenir davantage d'humidité disponible et de réduire la température de l'air diminuant les risques de brûlures ou de stress thermique.

Ces effets combinés améliorent significativement la résilience hydrique, thermique et radiative des cultures, tout en assurant un niveau de luminosité compatible avec la croissance et la maturation des plantes.

En viticulture, ces conditions constituent un aléa météorologique ponctuel au sens de l'article R. 314-112, car elles sont exogènes à la conduite de l'exploitation et font peser un risque direct sur la qualité de la production. Leurs effets sont multiples :

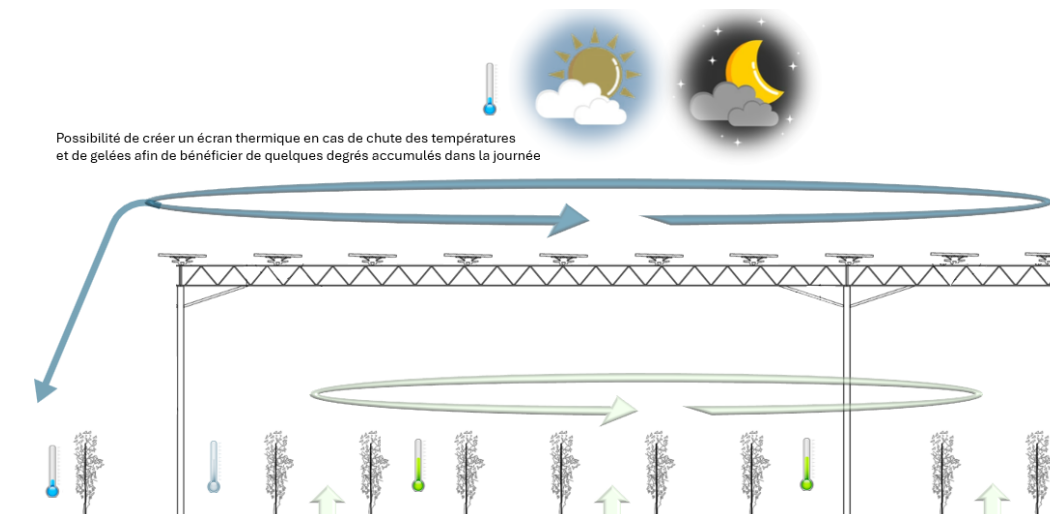
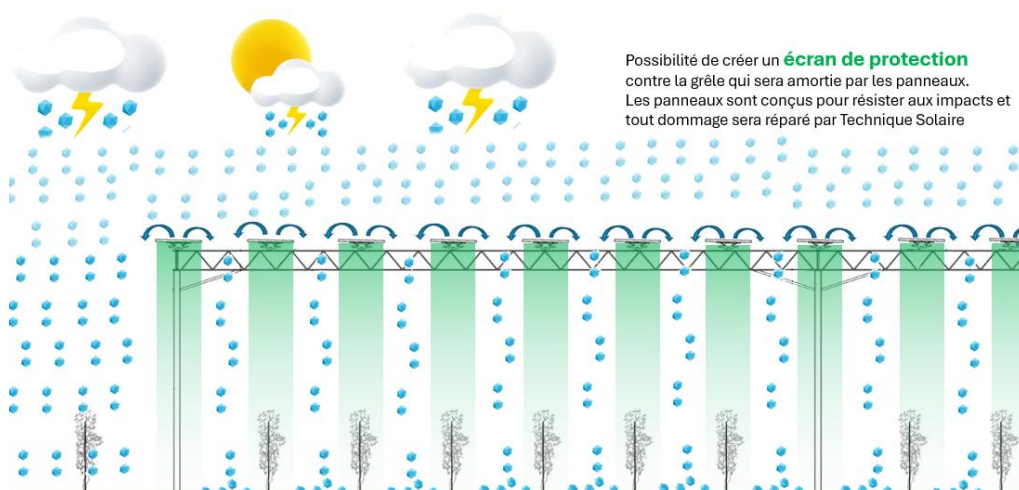
une **réduction de l'activité photosynthétique** par fermeture stomatale au-delà de 35°C, limitant la synthèse des sucres et la croissance des fruits ;

des **brûlures épidermiques** provoquées par le cumul de température de surface des fruits et d'irradiance UV, entraînant des nécroses superficielles, une décoloration et une dégradation de la fermeté ;

Dans un contexte de changement climatique, la fréquence et l'intensité de ces épisodes tendent à augmenter dans les pyrénées-orientales, et notamment à BAGES, induisant une hausse du nombre de jours avec température maximale supérieure à 35°C d'ici 2050, renforçant la pertinence durable de ce service (cf partie 3.4.2, annexe 3).

#### 4.3.b Protection face aux épisodes gélifs ou épisodes de grêle

Dans ce cas les panneaux solaires sont à l'horizontal pour optimiser leur rôle de bouclier thermique mais aussi de barrière physique :

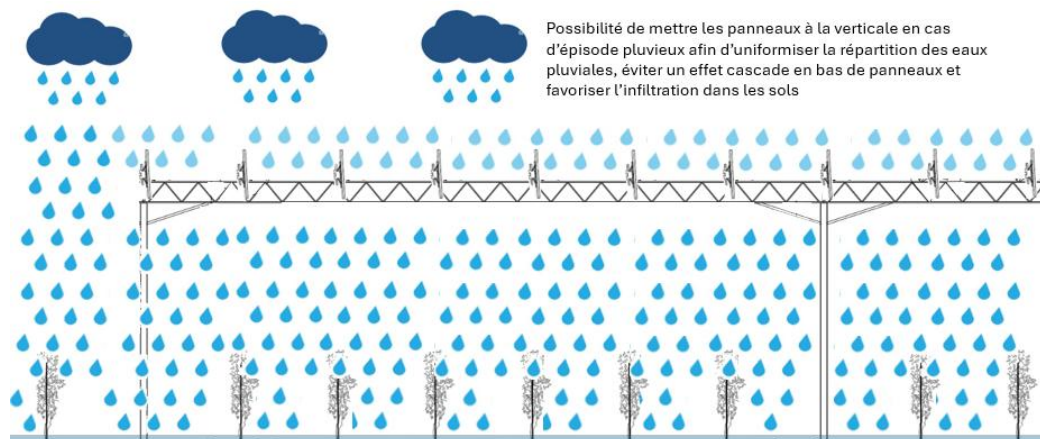


Les systèmes agrivoltaïques modifient le microclimat thermique des cultures qu'ils surplombent. Ces modifications concernent une baisse de température lors de fortes chaleurs, comme montré plus haut, mais aussi une hausse de température lors des épisodes gélifs.

La vigne est une culture particulièrement vulnérable aux gels tardifs de printemps, notamment lors de la floraison (seuil létal pour les fleurs de  $-1^{\circ}\text{C}$  à  $-2^{\circ}\text{C}$  selon le stade phénologique). Dans un contexte de changement climatique, la précocité accrue des floraisons augmente la fréquence des intersections avec les épisodes de gel. Les systèmes agrivoltaïques contribuent à réduire ce risque comme le démontrent les projets déjà existants (annexe 4, 6.6.2).

#### 4.3.c Homogénéisation des eaux de pluie

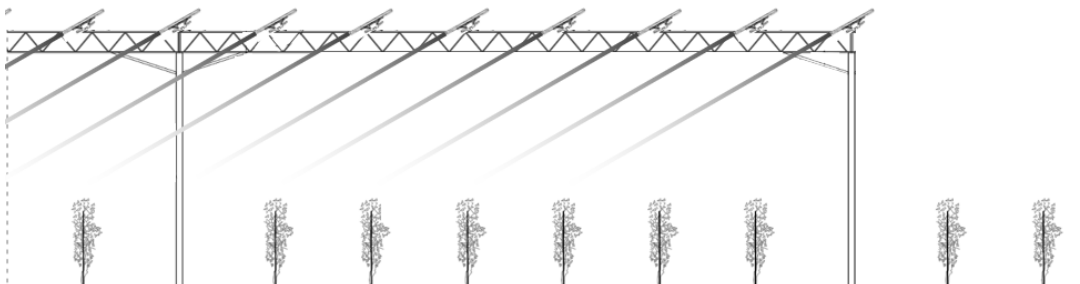
Lors d'épisodes de pluie, il est important de positionner les panneaux à la verticale afin de ne pas perturber le cycle de l'eau naturel et plus particulièrement l'homogénéité de leur retombée. Cette stratégie limite la création d'eau stagnante aux pieds des plants de vigne, réduisant ainsi le risque d'asphyxie racinaire et/ou la prolifération de maladies cryptogamiques (p. ex. mildiou, oïdium, etc.).



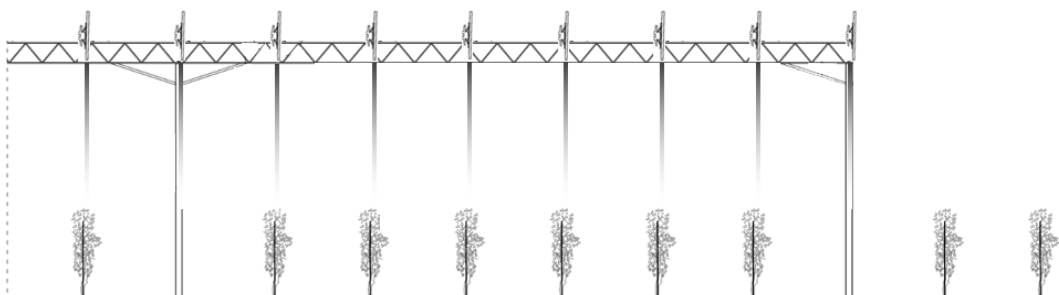
#### 4.3.d L'optimisation de la photosynthèse par effacement

Pour atteindre les seuils de lumière optimaux pour la photosynthèse lors des différents stades phénologiques, les panneaux solaires seront positionnés parallèles au rayon du soleil, **appelé « effacement »**. Cette position assure alors un ombrage minimal au niveau des plants de vigne, soit une réception proche de 100% de la lumière naturelle. **L'effacement est intégré à l'algorithme de pilotage agronomique.**

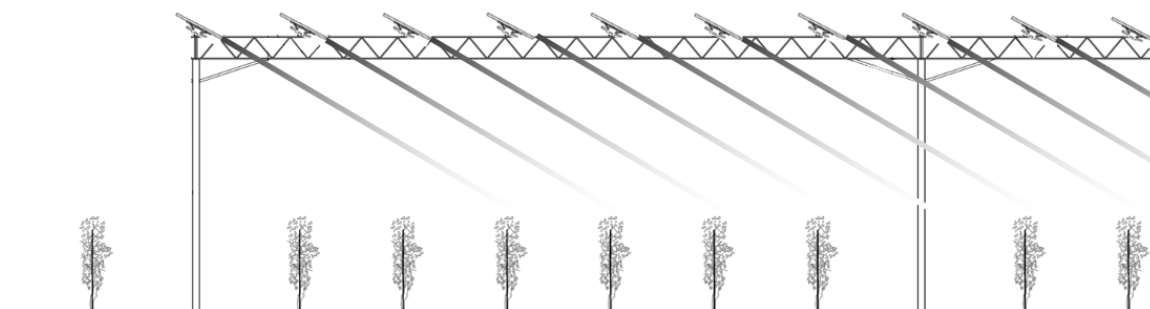
Effacement des panneaux dès la matinée  
Pour optimiser la photosynthèse



Possibilité d'effacement des panneaux **dans la journée**  
pour optimiser la photosynthèse

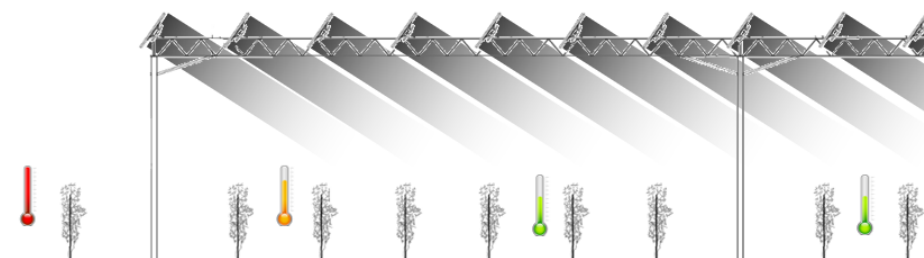


Possibilité d'effacement des panneaux **jusque dans la soirée**  
pour optimiser la photosynthèse





Possibilité d'ombrager les vignes en fin de journée en été quand elles sont sujettes à l'échaudage.  
Cela permettra de faire baisser la température de quelques degrés et de limiter l'irrigation



Ces différents modes constituent le cœur de la stratégie du pilotage des panneaux solaires. Leurs occurrences seront définies au cours des différents stades phénologiques et selon un algorithme de pilotage reposant sur :

- Les prévisions météorologiques locales, donnant lieu à une anticipation des épisodes de grêle, de gel, de fortes chaleurs, d'intempéries, etc.,
- Les résultats des modèles agronomiques, donnant lieu à une prévision du rendement agronomique,
- Les mesures des conditions météorologiques à l'échelle de la parcelle, à partir des stations météorologiques connectées mises en place dans le cadre du projet,
- Les mesures issues du suivi agronomique et des observations de M. Henric.

Ces approches interagissent pour former un système de pilotage intégré. Les prévisions météorologiques permettent une anticipation des risques climatiques, tandis que les modèles agronomiques apportent une vision prospective du rendement viticole de la parcelle. Les mesures à l'échelle parcellaire et les observations terrain assurent une précision locale, renforçant la pertinence des ajustements opérés. Cette interdépendance garantit une gestion optimale des panneaux solaires, alliant protection climatique et optimisation agronomique, pour maximiser le rendement et la résilience des cultures tout au long de la saison.

Les ombrières agrivoltaïques permettront donc de protéger les cultures de M. Henric des aléas climatiques

Selon un algorithme de pilotage s'appuyant sur des modélisations agronomiques issues du monde de la recherche (p. ex. modèle OPTISOLEO), des prévisions météorologiques locales, des mesures des conditions météorologiques de la parcelle, des observations de l'agriculteur et du bureau d'étude agronomique, les panneaux solaires seront pilotés à l'échelle horaire.

La solution de pilotage a été développée par une entreprise spécialisée dans l'agrivoltaïsme : Insolight.

Insolight, fondée en 2015 et basée à Lausanne, est une entreprise spécialisée dans l'agrivoltaïsme. Elle propose une solution innovante baptisée Insolagrín, qui combine production d'énergie solaire et optimisation des cultures agricoles. Insolight collabore avec le monde de la recherche, comme avec Agroscope, centre fédéral suisse de recherche et développement pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement, dans le cadre de développement de techniques agricoles innovations dans le secteur de production de baies en Suisse.

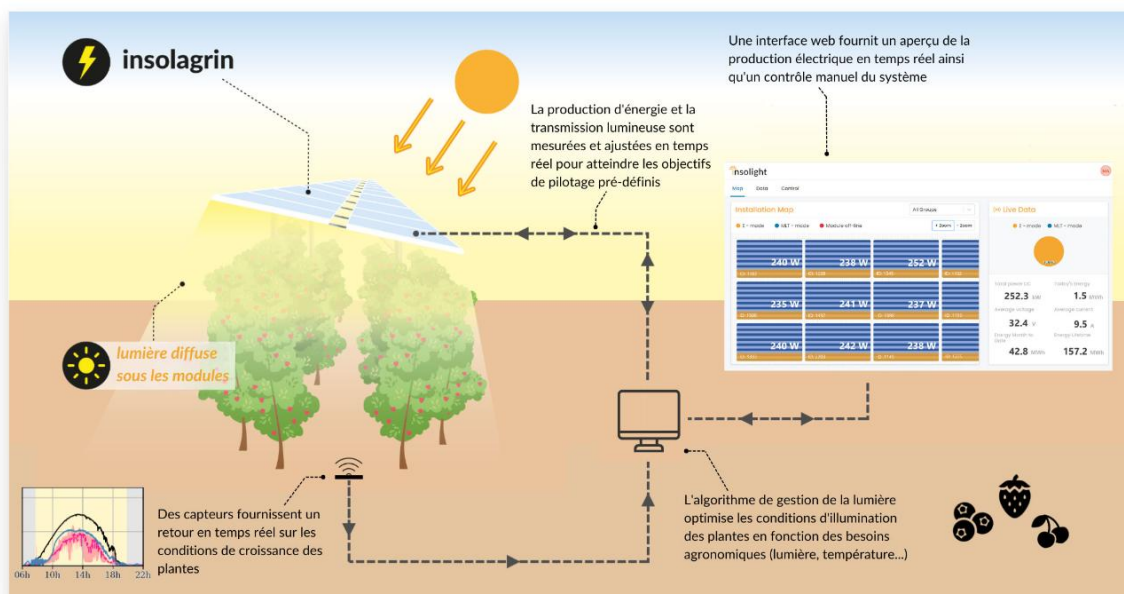


Figure 9 : Principe de l'outil « Insolagrín » proposé par Insolight.

Insolagrín repose sur un algorithme de pilotage des panneaux solaires permettant de contrôler la lumière transmise aux cultures, tout en les protégeant des aléas climatiques tels que la grêle ou le gel. Le système est piloté grâce à des capteurs mesurant les conditions environnementales, permettant un ajustement automatique de l'ombrage selon les besoins des plantes.

## 4.4 Service d'amélioration du bien-être animal

L'article R.314-113 du Code de l'énergie indique que ce service s'apprécie au regard de l'amélioration du confort thermique des animaux, démontrable par l'observation d'une diminution des températures dans les espaces accessibles aux animaux à l'abri des modules photovoltaïques et par l'apport de services ou de structures améliorant les conditions de vie des animaux.

Le projet concerne une parcelle historiquement dédiée à la viticulture, sans utilisation pour le pâturage. Il ne modifie ni la destination ni l'usage agricole de ces terres. Par conséquent, aucun cheptel n'est concerné par le projet, et il n'a donc pas d'impact sur le service de « bien-être animal ».

## 5 La production agricole est l'activité principale de la parcelle agricole

Pour garantir que la production agricole est l'activité principale, l'article R.314-118 du Code de l'énergie prévoit que l'installation agrivoltaïque doit satisfaire aux 2 conditions cumulatives suivantes :

La superficie qui n'est plus exploitable du fait de l'installation agrivoltaïque n'excède pas 10 % de la superficie totale couverte par l'installation agrivoltaïque ;

La hauteur de l'installation agrivoltaïque ainsi que l'espacement inter-rangées permettent une exploitation normale et assurent notamment la circulation, la sécurité physique et l'abri des animaux ainsi que, si les parcelles sont mécanisables, le passage des engins agricoles.

Pour les installations de plus de 10 MWc ne figurant pas sur la liste des technologies agrivoltaïques éprouvées déterminées par arrêté, le taux de couverture ne doit pas excéder 40%.

Pour les installations agrivoltaïques utilisant des technologies éprouvées, l'arrêté ministériel à venir définira la valeur maximale de taux de couverture pouvant permettre de garantir que la production agricole reste l'activité principale de la parcelle.

## 5.1 Taux de couverture des ombrières agrivoltaïques mobiles

### 5.1.a Longueur moyenne des rangées

| Longueur rangée (ml) | Répétition rangée |
|----------------------|-------------------|
| 40,03                | 5                 |
| 80,62                | 5                 |
| 131,36               | 5                 |
| 151,66               | 51                |
| 283,58               | 21                |
| 242,99               | 5                 |
| 202,40               | 5                 |
| 171,96               | 5                 |
| 121,22               | 5                 |
| 50,18                | 5                 |
| 80,62                | 5                 |
| 100,92               | 5                 |
| 111,07               | 5                 |
| 131,36               | 5                 |
| 354,62               | 5                 |
| 374,92               | 5                 |
| 385,07               | 11                |
| 374,92               | 5                 |
| 364,77               | 5                 |
| 131,36               | 5                 |
| 33252,24             | 168               |



Calcul longueur moyenne des rangées :

$$33252,24 / 168 = \mathbf{197,92 \text{ ml}}$$

### 5.1.b Taux de couverture

Le taux de couverture d'une installation agrivoltaïque est défini comme le rapport entre la surface maximale projetée perpendiculairement au sol des modules photovoltaïques sur la parcelle agricole à considérer au titre du R. 314-108 **dans des conditions normales d'utilisation** et la surface de la parcelle agricole à considérer au titre du R. 314-108. **Les conditions normales d'utilisation seront proposées par le pétitionnaire.**

Une attention particulière doit être portée sur les conditions normales d'utilisation proposées dans le cas d'ombrières mobiles. Dans le cas où le pétitionnaire propose de calculer le taux de couverture à partir d'une inclinaison spécifique, il faut veiller que la pente soit cohérente avec les conditions normales d'utilisation. Voici le calcul proposé, faisant référence à l'annexe 4 des Instructions techniques du 18/05/2025 :

« Le principe général pour le calcul du taux de couverture pour les centrales en trackers, mono-axes et bi-axes, est que la surface de la parcelle doit inclure toutes les positions possibles d'inclinaison ou de rotation des panneaux. »

- Longueur moyenne des rangées :  $L = 197,92$
- Nombre de rangées :  $\text{rang} = 168$
- Longueur réel des panneaux :  $l = 1,134 \text{ m}$
- Inclinaison des panneaux par rapport à l'horizontal :  $\alpha = 30,7^\circ$
- Justification de l'angle dans le tableau en **annexe 1**
- Longueur projetée des panneaux =  $l \times \cos(\alpha) = 0,975$
- Surface inter rangée =  $(\text{inter-rang} - \text{Longueur projetée des panneaux}) \times (\text{rang}-1) \times L = 50\,405 \text{ m}^2$
- $$\text{Taux de couverture} = \frac{\text{Longueur projetée des panneaux} \times L \times \text{rang}}{\text{Longueur projetée des panneaux} \times L \times \text{rang} + \text{surface inter rangée}}$$
- **Taux de couverture = 39 %**

**Pour rappel, le projet ayant une puissance strictement inférieure à 10 MWc, il n'y a pas de restriction sur son taux de couverture et une zone témoin avec un suivi agronomique sera mis en place (partie 6.3).**

## 5.2 Perte de surface agricole

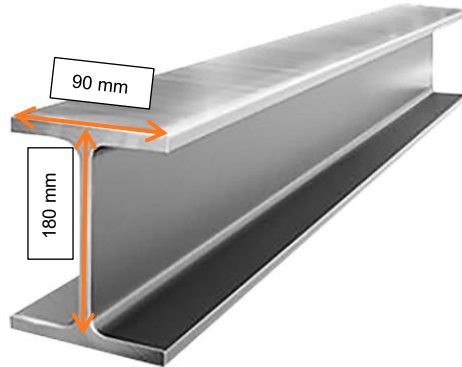
La solution d'ancrage dépend de l'analyse des risques présents sur la zone géographique d'implantation. Le risque le plus impactant sur les fondations de la typologie ombrière est le retrait gonflement des argiles, un phénomène de retrait cyclique dans un sol argileux qui s'explique par l'alternance de périodes de pluies et de sécheresse.

Lorsque la teneur en eau augmente, on assiste à une augmentation du volume de ce sol, on parle alors de « gonflement des argiles ». Au contraire, une baisse de la teneur en eau provoquera un phénomène inverse de « retrait des argiles ». Cette répétition cyclique des phénomènes de retrait-gonflement des argiles pourrait éventuellement provoquer des dégâts sur la structure supportrice des panneaux.

Après étude des caractéristiques pédologiques et analyse des risques, notamment le retrait/gonflement des argiles qui s'avère modéré sur cette parcelle et en général dans le secteur de Bages ; en tenant compte des résultats des études de sol menées par **ANTEA** (voir annexes dossier déposé), nous pouvons donc confirmer que notre solution d'ancrage sera constituée de pieux battus de type IPE180, d'une profondeur de 2 à 3 mètres uniquement. Après une étude de

dimensionnement plus précise, nous pouvons tabler sur 759 pieux (+/- 1%).

L'emprise au sol d'une fondation sera environ de  $0,0162\text{m}^2$  ( $0,09 \times 0,18$ ).



Ainsi, si on considère un cercle passant par les extrémités de l'IPE, on obtient un cercle de rayon de 100,62 mm.

A cela, il faut rajouter un rayon de 20 cm qui sera considéré comme non exploitable par Jean HENRIC. On obtient alors un rayon total de  $r = 0,1006 + 0,20 = 0,3006$  m. Soit une surface d'environ  $0,284\text{ m}^2$ .

Ainsi, la perte de surface agricole représente  $215\text{ m}^2$ , soit une perte de 0,26% de la parcelle agricole projet.

### 5.3 Raisins de cuves sous les ombrières

La vigne actuelle de Monsieur Henric est plantée avec un espacement de 2,5m entre les rangs et de 1m entre les pieds. Pour la nouvelle plantation sous la structure, l'espacement entre les rangs est maintenu, mais la distance entre les pieds est réduite à 0,9m. Ainsi, nous passons d'une densité de 4000 plants de vignes par hectare en culture conventionnelle à 3555 plants par hectare sous les ombrières agricoles, soit une perte de densité de 12%.

Monsieur Henric replantera 3 cépages différents, avec une quantité équivalente : Grenache blanc, Grenache gris et Caladoc.

L'intégralité de sa production sera revendue à la coopérative Laure de Nyls, à laquelle l'exploitation de M. Henric est adhérente. Informée du projet de M. Henric, la coopérative a apporté son soutien afin d'assurer la continuité de leur collaboration lors de la revente de sa récolte.

Une analyse historique de la production viticole locale et de l'exploitation a été réalisée (annexe 4, partie 5). La tendance fortement baissière des rendements de l'EARL est cohérente avec la dynamique locale.

## 5.4 Raisins de tables sous les ombrières

L'argumentaire technique (annexe 4) présente le **raisin de table comme un atelier de diversification agricole**, intégré au projet agrivoltaïque, complémentaire de l'atelier viticole historique et pensé comme un **levier d'adaptation au changement climatique et de sécurisation de la production** pour l'EARL HENRIC LACLARE.

Le projet prévoit l'implantation de **vignes de raisin de table sous la structure agrivoltaïque**, en utilisant les **alignements de poteaux (qui seront percés pour le passage du palissage)**. Cette implantation concerne **4 216 pieds** répartis sur environ **7 590 mètres linéaires**, sans réduction des surfaces dédiées au raisin de cuve.

Trois cépages sont retenus :

- **Muscat d'Alexandrie**, cépage emblématique du Roussillon, à double débouché (table et VDN), reconnu pour sa bonne **tolérance à la sécheresse** et la valorisation commerciale de ses arômes muscatés ;
- **Ora**, cépage blanc précoce, permettant une récolte dès la fin juillet et une **prime de précocité commerciale** ;
- **Lavallée**, cépage noir productif, à gros grains, reconnu pour sa **bonne tenue à la conservation et au transport**, adapté aux marchés de gros et à la grande distribution.

Sur la base des références professionnelles sud France, l'argumentaire retient des **rendements moyens cohérents** :

- **12 à 18 t/ha** selon les cépages,
- soit une **moyenne basse retenue de 15 t/ha**,
- correspondant à environ **7,3 kg par pied** en moyenne, soit 3,6 kg/pied pour les 4 216 pieds plantés.

L'étude souligne que ces niveaux de rendement sont **compatibles avec un contexte climatique méditerranéen contraint**, à condition de limiter les stress hydriques et thermiques. À ce titre, la **structure agrivoltaïque joue un rôle central** :

- réduction de l'évapotranspiration,
- limitation des brûlures et de l'échaudage,
- amélioration des conditions microclimatiques estivales,
- protection partielle contre les épisodes extrêmes (pics de chaleur, gel ponctuel).

Le raisin de table se présente comme un **atelier à fort potentiel agronomique et économique**, mieux valorisé à l'hectare et moins dépendant des équilibres œnologiques (degré alcoolique, acidité).

L'argumentaire précise enfin que la **valorisation du raisin de table repose sur des circuits existants**, notamment le **marché de Saint-Charles à Perpignan**, déjà structurant pour ce type de production à l'échelle régionale. La diversification vers le raisin de table est ainsi conçue comme :

- une **adaptation pragmatique aux contraintes climatiques locales**,
- un moyen de **rééquilibrer le système de production**,
- et un facteur de **pérennité agricole**, sans remise en cause de la vocation viticole de l'exploitation.

## 5.5 Adaptabilité et intégration mécanique

L'implantation du projet reprend le sens de culture habituel, adaptée à la typologie de la parcelle, ainsi que les contraintes d'exploitation. L'espacement de 2,5m entre chaque rangée de panneaux est soigneusement calculé pour garantir un taux de couverture optimal tout en permettant le passage des machines agricoles, telles que le pulvérisateur, les tracteurs et la vendangeuse Gregoire G107, qui mesure 3,84m de hauteur et 2,81m de largeur.

Le fait d'avoir des rangs égaux, et une structure photovoltaïque intégrant d'ores et déjà les contraintes imposées par les machines agricoles possédées par M. Henric, permettront de faciliter l'entretien : traitement, travail du sol, récolte...

De plus le pulvérisateur de Monsieur Henric, effectue ses aller-retour par paire de rang de vignes, ainsi, pour ne pas impacter ses habitudes de travail, l'espace entre les poteaux (12,5m) a été adapté pour respecter ces aller-retour. Cette configuration assure que les opérations agricoles peuvent continuer sans interruption, même lorsque les panneaux sont en position de protection.

Enfin, dans le cadre de la culture du raisin de table, M Henric utilisera les pieux de la structure comme support pour le palissage de ses vignes. Des trous seront réalisés sur ces pieux afin de pouvoir faire passer les cables de la rangée de raisins de tables.

L'ensemble du matériel utilisé et possédé par l'EARL est rescencé dans le tableau 2 de l'annexe 4.

En conclusion, l'ensemble du parc de machine possédé par Monsieur Henric ne sera pas impacté par la mise en place de la structure. La projet a entièrement intégré ses contraintes de conduite culturale.

## 6 La production agricole est significative et le revenu durable

Ce sont les articles R.314-114 à R.314-116 du Code de l'énergie qui précisent les modalités d'appréciation de cette production agricole significative.

Pour l'ensemble des installations agrivoltaïques hors élevage la production agricole est considérée comme significative si la moyenne du rendement par hectare observé sur la parcelle agricole est supérieure à 90 % de la moyenne du rendement par hectare observé sur une zone témoin ou un référentiel en faisant office.

Pour les installations sur serre, les comparaisons sont réalisées par rapport à un référentiel local basé sur les résultats agronomiques et les séries de données historiques disponibles.

Pour les installations agrivoltaïques sur élevage, le caractère significatif de l'activité agricole peut être notamment apprécié au regard du volume de biomasse fourragère, du taux de chargement ou encore du taux de productivité numérique.

L'article R.311-117 du Code de l'énergie prévoit que le revenu issu de la production agricole est considéré comme durable lorsque la moyenne des revenus issus de la vente des productions végétales et animales de l'exploitation agricole après l'implantation de l'installation agrivoltaïque n'est pas inférieure à la moyenne des revenus issus de la vente des productions végétales et animales de l'exploitation agricole avant l'implantation de l'installation agrivoltaïque, en tenant compte de l'évolution de la situation économique générale et de l'exploitation, selon des modalités définies par arrêté.

Une diminution plus importante peut être acceptée par le préfet du département, en raison d'événements imprévisibles et sur demande dûment justifiée.

Dans le cas de l'installation d'un nouvel agriculteur, le revenu est considéré comme durable par comparaison avec les résultats observés pour d'autres exploitations du même type localement.

### 6.1 Production Significative

#### 6.1.a Historique des rendements

Comme évoqué, ci-dessus, une analyse de la dynamique agricole locale est présente dans la partie 5 de l'annexe 4.

L'argumentaire technique présente plusieurs niveaux de rendements de référence à l'échelle départementale, régionale et locale, qui constituent des repères statistiques utiles, mais dont la **transposabilité à toutes les exploitations du territoire apparaît limitée**.

À l'échelle des **Pyrénées-Orientales**, la viticulture s'étend sur environ **19 000 ha**, dont **seulement 5 % sont irrigués**. Les rendements départementaux moyens traduisent une dégradation rapide liée à la crise climatique récente : après des récoltes oscillant entre **26 et 31 hL/ha en 2023**, le rendement moyen départemental atteint un record historiquement bas en **2024 avec 18,5 hL/ha**, tandis que **10 % des surfaces n'ont déclaré aucune récolte**. Ces valeurs restent toutefois des **moyennes agrégées**, intégrant des situations très contrastées en termes de sols, d'accès à l'eau, de cépages et de pratiques culturales.

À l'échelle du **bassin Languedoc-Roussillon**, les Pyrénées-Orientales apparaissent déjà comme un département à faible productivité relative, avec une production annuelle **inférieure à 1 million d'hectolitres**, nettement en deçà de l'Hérault, de l'Aude ou du Gard. Là encore, les références régionales reposent sur des **rendements moyens**, qui masquent de fortes disparités intra-départementales et ne reflètent pas les situations les plus fragiles du vignoble roussillonnais.

Enfin, à l'échelle **locale**, l'argumentaire mobilise les données de la **cave coopérative Laure de Nyls**, regroupant **220 vignerons pour 1 350 ha**. Le rendement moyen observé à la cave est de l'ordre de **50,5 hL/ha en 2024-2025**, avec un volume global annoncé de **23 500 hL**. Ces chiffres correspondent à une **moyenne coopérative**, intégrant des exploitations très hétérogènes, certaines bénéficiant de conditions pédoclimatiques et techniques plus favorables. L'argumentaire souligne d'ailleurs que, malgré une qualité jugée conforme, les **quantités produites restent insuffisantes pour répondre à l'ensemble des commandes**, illustrant les limites de ces références moyennes.

Ainsi, l'argumentaire technique met en évidence un **écart structurel croissant entre les rendements de référence (départementaux ou coopératifs, compris entre 18,5 et 50 hL/ha selon l'échelle) et la réalité d'un vignoble fortement contraint**. Ces rendements doivent être interprétés comme des indicateurs globaux, et non comme des valeurs directement applicables à toutes les exploitations de la Plaine du Roussillon, en particulier celles soumises à un stress hydrique chronique, à des sols à faible réserve utile et à une forte exposition aux aléas climatiques.

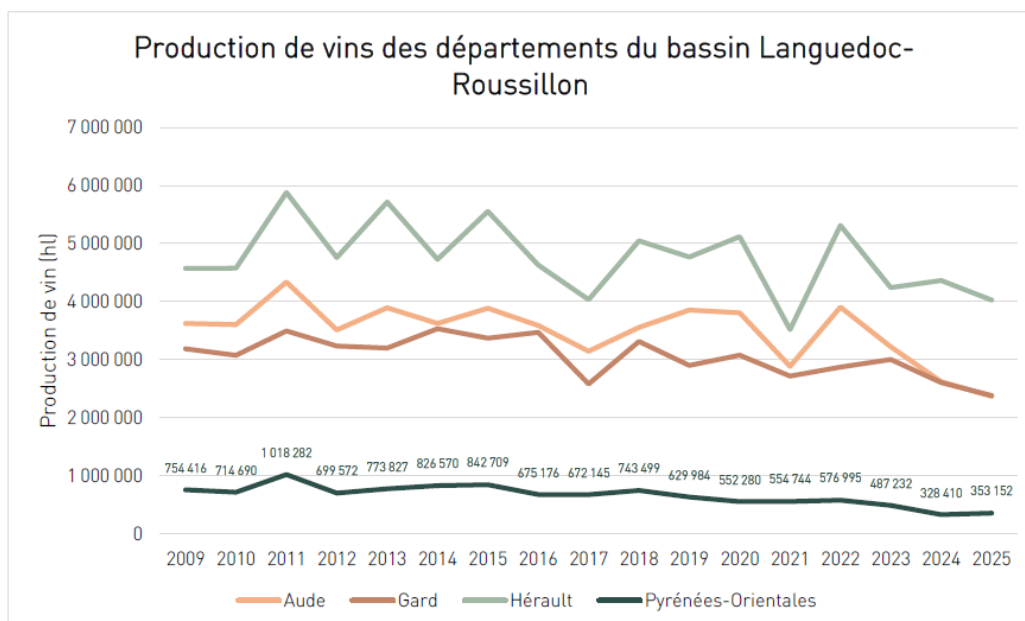


Figure 10 : Production de vins des départements du bassin Languedoc-Roussillon (Source : estimations 2025 - Draaf Occitanie (SRISET/SRFAM))

L'analyse des rendements de l'EARL HENRIC LACLARE (partie 4 .2, annexe 4) sur la période récente met en évidence une **forte variabilité interannuelle**, avec une **tendance nette à la**

**baisse depuis 2019**, en cohérence avec les dynamiques observées à l'échelle locale et départementale dans les Pyrénées-Orientales.

Sur la période 2019-2025, les rendements moyens toutes appellations confondues sont passés d'environ **35–40 hL/ha en années considérées comme “normales”** à des niveaux **inférieurs à 20 hL/ha lors des campagnes les plus récentes**, avec un point bas atteint en 2024-2025 autour de **16 hL/ha**. Cette diminution ne relève pas d'un choix agronomique volontaire (réduction de charge ou stratégie qualitative), mais résulte directement de **contraintes climatiques sévères et répétées**.

L'étude détaillée par appellation montre une situation contrastée :

- Certaines productions présentent une **relative stabilité historique**, notamment le **Muscat de Rivesaltes** (rendement autour de 30 hL/ha) et le **Languedoc rosé** (environ 45–47 hL/ha), traduisant une bonne adaptation variétale et une résilience relative face aux stress climatiques.
- À l'inverse, plusieurs appellations affichent des **rendements fortement fluctuants**, voire **nuls sur certaines campagnes récentes** : Pays d'Oc rouge, Pays d'Oc rosé, Côtes Catalanes blanc et Pays d'Oc blanc. Ces situations sont systématiquement associées à des **événements climatiques marqués** (sécheresse prolongée, canicules, échaudage, coulure, stress hydrique extrême).

Les campagnes 2023-2024 et 2024-2025 concentrent l'essentiel des difficultés observées. Elles se caractérisent par :

- une **sécheresse cumulative installée depuis 2022**,
- une **faible pluviométrie estivale**,
- des **pics de températures supérieurs à 35–40 °C**,
- des **blocages physiologiques de la vigne**, avec réduction de la surface foliaire, mortalité partielle des souches sur sols maigres et conséquences différées sur les rendements de l'année suivante.

Ces aléas ont conduit, sur plusieurs parcelles, à des **productions non vinifiées ou inexistantes**, confirmant une situation de **vulnérabilité agronomique structurelle** de l'exploitation face au changement climatique.

En retenant une approche agronomique hors années à aléas majeurs, les rendements historiquement atteints par l'exploitation (environ **40 hL/ha**) restent cohérents avec :

- le potentiel des cépages cultivés,
- les références locales de la cave coopérative Laure de Nyls,
- et les plafonds réglementaires des AOP et IGP concernées.

Ainsi, la problématique centrale n'est pas celle d'un accroissement des rendements, mais bien celle de leur **maintien dans une plage agronomiquement cohérente**, aujourd'hui compromise par l'intensification des stress climatiques. La dégradation observée depuis 2019 traduit moins une baisse du potentiel intrinsèque du vignoble qu'une **perte de capacité à exprimer ce potentiel de façon régulière**.

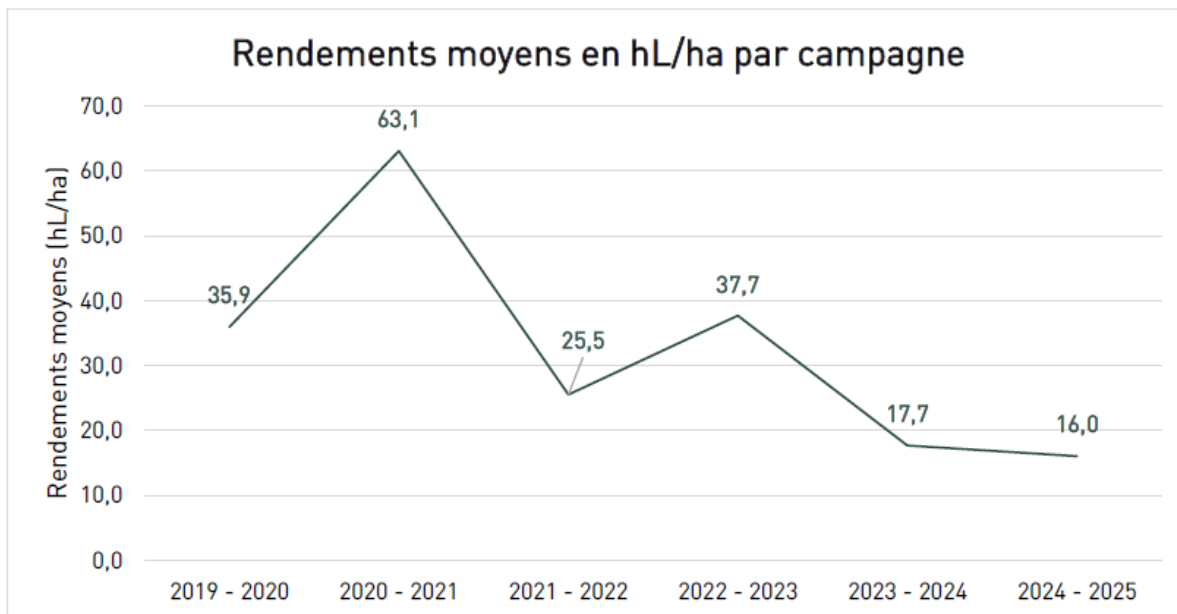


Figure 11 : Evolution des rendements moyens (en hL/ha) par campagne de l'EARL HENRIC LACLARE

### 6.1.b Production agricole

La structure agrivoltaïque démontre ainsi des bénéfices agronomiques sur la culture de vigne vis-à-vis des stress abiotiques à savoir :

- Un bénéfice sur le stress thermique ;
- Un bénéfice sur le stress hydrique ;
- Un bénéfice sur le stress radiatif ;
- Une protection mécanique contre la grêle;

En même temps qu'elle ne contrevient pas au développement de la culture à savoir :

- Un respect de seuils d'irradiance proposé par stade phénologique pour assurer un développement suffisant à chaque stade

Ceci est rendu possible en assurant un **pilotage agronomique** suffisant qui assure une irradiance minimale à chaque stade phénologique tout en apportant les services agronomiques quantifiables.

La limitation des aléas climatiques permet ainsi de poser l'hypothèse conservatrice que le rendement sera préservé concernant le raisin de cuve ou bien le raisin de table.

## 6.2 Revenu Durable

Conformément au cadre réglementaire, le **revenu durable** correspond à l'**Excédent Brut d'Exploitation (EBE)**, corrigé en retranchant les revenus directs/indirects issus de l'installation agrivoltaïque (ex. prestations, loyers) et, le cas échéant, en **réintégrant** les rémunérations du travail et les cotisations associées lorsque la création d'emploi viendrait dégrader mécaniquement l'EBE. Il est calculé sur une **moyenne olympique** : sur les **cinq dernières années**, on **exclut la valeur la plus faible et la plus élevée** ; la moyenne est donc calculée sur **trois exercices représentatifs**.

L'annexe 4 (partie 4.6) précise que le **revenu durable est calculé par rapport aux cinq dernières années, en excluant l'année haute et l'année basse (moyenne olympique)**. Sur cette base, il établit un **revenu durable "moyenne olympique" de 25 307 €**.

Pour la projection, l'argumentaire indique explicitement que :

- **les résultats 2020 à 2025 sont définitifs** ;
- **l'année 202X** correspond à **l'année de pleine production** avec le projet agrivoltaïque ;
- l'année 202X est ventilée en **trois sous-ateliers** : (i) **exploitation hors projet agrivoltaïque**, (ii) **parcelle agrivoltaïque raisin de cuve**, (iii) **parcelle agrivoltaïque raisin de table** ;
- le résultat 202X et les années suivantes sont **prévisionnels**, établis au vu des éléments techniques du rapport, **en production de croisière**.

### Hypothèses technico-économiques mobilisées dans la projection (telles que formulées)

- **Raisin de cuve (atelier agrivoltaïque)** : l'argumentaire retient comme données de calcul un **rendement propre à chaque cépage replanté**, après la corrélation entre l'état parcellaire déclaré et les déclarations de récoltes de l'EARL HENRIC LACLARE :
  - Cépage CALADOC : 40 hl/ha
  - Cépage GRENACHE GRIS : 47,5 hl/ha
  - Cépage GRENACHE BLANC : 31,6 hl/ha

**Ainsi, un rendement de 39,7 hl/ha est retenu.**

- **Raisin de table (atelier agrivoltaïque)** : l'argumentaire retient un **rendement moyen de 15 t/ha**. Il indique également une **moyenne de prix d'environ 2,40 €/kg** (références FranceAgriMer) pour l'estimation de vente.

Sur la base de ces hypothèses et de la structuration en sous-ateliers, l'argumentaire indique que **le revenu durable calculé au sens de l'article R.314-117 atteint 40 315 €, soit une augmentation de l'ordre de +59,3 % par rapport à la moyenne olympique de référence**.

La **sécurisation des volumes face aux aléas climatiques**, combinée à la **valorisation** de l'atelier raisin de table, est présentée comme un levier permettant **d'assurer un revenu durable**, notamment grâce à l'effet de "tamponnement" des aléas par la structure agrivoltaïque.

Ainsi, au regard de la définition réglementaire du **revenu durable** et de la méthode de **moyenne olympique** appliquée, l'argumentaire technique établit un revenu durable de référence de **25 307 €** et un revenu durable projeté de **40 315 €** (soit **+59,3 %**).

### 6.3 Obligation de disposer d'une zone témoin

Une zone témoin est une parcelle répondant aux conditions cumulatives suivantes :

- Représenter une superficie d'au moins 5 % de la surface agrivoltaïque installée, dans une limite d'un hectare ;
- Être située à proximité de l'installation agrivoltaïque ;
- Ne comporter ni installation équipée de modules photovoltaïques ni installation ou arbre apportant de l'ombre ;
- Connaître des conditions pédoclimatiques équivalentes ;
- Être cultivée dans les mêmes conditions que la parcelle sur laquelle est située l'installation agrivoltaïque.

La cohérence entre les résultats agronomiques de la parcelle agricole sur laquelle est située l'installation agrivoltaïque et de la zone témoin et les résultats agronomiques et les séries de données historiques disponibles, le cas échéant, à l'échelle de l'exploitation agricole et de la petite région agricole ou, à défaut, à l'échelle départementale, est régulièrement vérifiée par l'exploitant.

Conformément au Cahier des charges de l'appel d'offres portant sur la réalisation et l'exploitation d'Installations de production d'électricité à partir de l'énergie solaire « Centrales sur bâtiments, serres agrivoltaïques, hangars, ombrières et ombrières agrivoltaïques de puissance supérieure à 500 kWc », édité par la CRE, il est obligatoire que le projet soit suivi sur toute la durée du contrat de rémunération (20 ans). Ce suivi, financé par Mexens (ex. Technique Solaire), sera assuré par la chambre d'agriculture des Pyrénées-Orientales.

Lors du suivi, les performances agronomiques et financières de la parcelle agrivoltaïque sont mesurées et comparées à une zone témoin. Cette zone témoin ne comportant aucune installation équipée de modules photovoltaïques ni apportant de l'ombre est située à proximité immédiate de l'installation agrivoltaïque, connaît des conditions pédoclimatiques équivalentes et est cultivée dans les mêmes conditions (espèces et variétés de cultures, densité de culture, itinéraire technique) que la parcelle sur laquelle est située l'installation agrivoltaïque. Les résultats sont délivrés tous les 3 ans à la CRE et constituent un retour d'expérience. Les écarts notables de production entre l'ombrière agrivoltaïque ou la serre agrivoltaïque et celle de la zone témoin doivent être justifiés.

Il est à noter que Mexens (ex. Technique Solaire), dans sa démarche de suivi agricole de ses projets, s'est doté d'une équipe dédiée à cette thématique, composée notamment de profils experts (ingénieur agronome, docteur en sciences de l'environnement...). La zone témoin du projet servira à comparer la production agricole avec la parcelle du projet afin d'évaluer l'impact de la structure sur les rendements.

Cette zone témoin est prévue au nord-ouest du projet sur la même parcelle, afin de garantir les mêmes conditions pédoclimatiques et ainsi, permettre une comparaison des plus justes entre la parcelle du projet et la parcelle témoin. L'ombre portée au nord du projet impactera une bande

de 8 m environ au maximum après le dernier panneau. Cette bande est représenté sur la figure 12 ci-dessous.

Elle sera mise en place sur 5 372 m<sup>2</sup> minimum, ce qui représente 6,6% de la surface utile du projet.

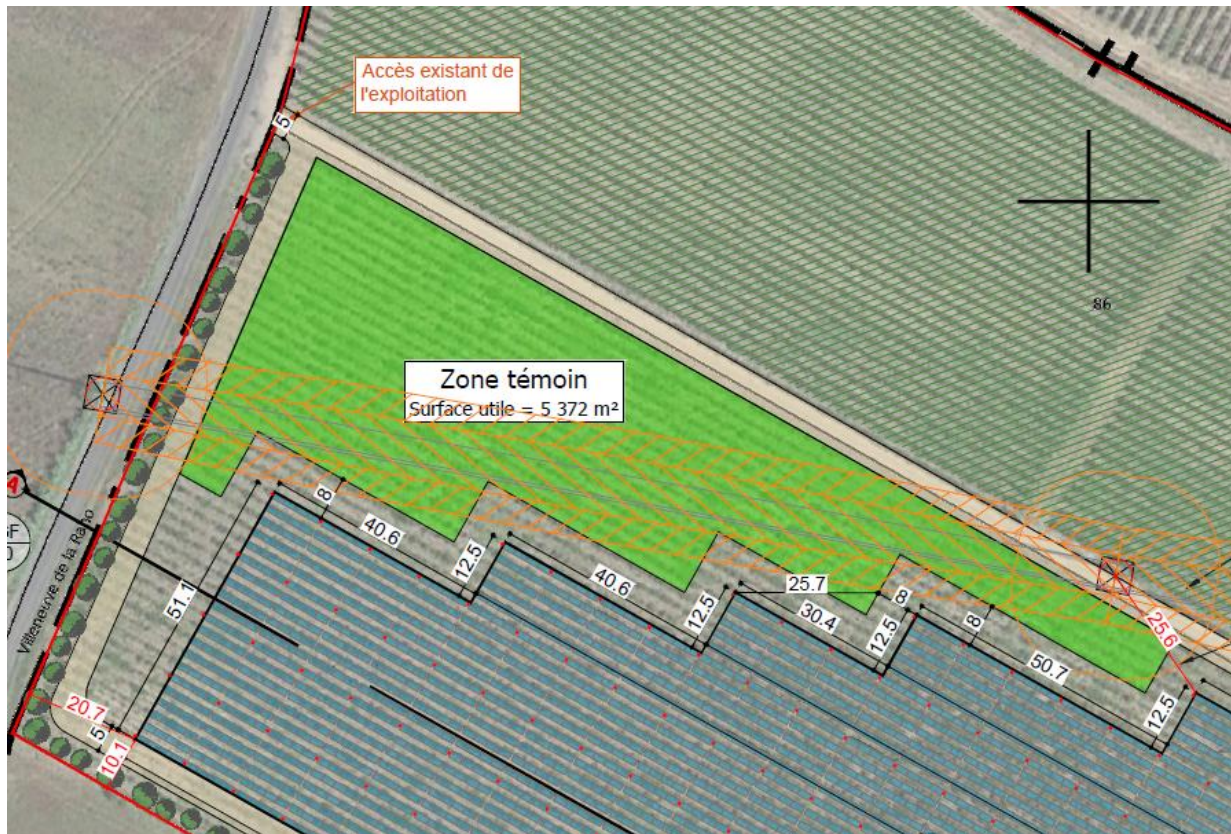


Figure 12 : zone témoin issue du projet

## 7 L'installation est reversible

### 7.1 Garanties financières de démantèlement

Selon l'arrêté du 5 juillet 2024 relatif au développement de l'agrivoltaïsme et aux conditions d'implantation des installations photovoltaïques sur terrains agricoles, naturels ou forestiers, les garanties financières sont de  $1\,000 * P \text{ €/MWc}$  où P est la puissance de l'installation.

### 7.2 Deconstruction des installations

La remise en état du site se fera à l'expiration du bail ou bien dans toutes circonstances mettant fin au bail par anticipation (résiliation du contrat d'électricité, cessation d'exploitation, bouleversement économique...). Toutes les installations seront démantelées :

Le démontage des tables de support y compris les fondations,

Le retrait des locaux techniques (transformateur, et poste de livraison),

L'évacuation des réseaux câblés, démontage et retrait des câbles,

Le tableau suivant présente la méthode du démantèlement des différents équipements.

| Fonction sur la centrale                                  | Eléments                                                     | Méthode de démantèlement                  |
|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Production de l'électricité                               | Panneaux photovoltaïques                                     | Dévisage des modules                      |
| Supports des panneaux                                     | Structures métalliques porteuses                             | Déboulonnage des structures               |
| Ancrage des structures                                    | Fondations                                                   |                                           |
| Transformation, livraison de l'électricité et maintenance | Locaux techniques (postes de transformation et de livraison) | Enlèvement des locaux à l'aide d'une grue |
|                                                           | Câbles                                                       | Extraction                                |

Le démantèlement en fin d'exploitation se fera en fonction de la future utilisation du terrain. Ainsi, il est possible que, à la fin de vie des modules, ceux-ci soient simplement remplacés par des modules de dernière génération ou que le parc photovoltaïque soit reconstruit avec une nouvelle technologie, ou bien que les terres redeviennent vierges de tout aménagement.

### 7.3 Recyclage des modules

Depuis le 23 août 2014, les panneaux photovoltaïques usagés sont considérés comme des DEEE (déchets d'équipement électriques et électroniques). La filière solaire est donc soumise à une réglementation stricte. Elle s'organise autour d'une solution de mise en conformité qui lui permet de remplir ses obligations réglementaires et de continuer à montrer son engagement environnemental.

En France, SOREN est l'éco-organisme dédié au recyclage des panneaux solaires photovoltaïque. SOREN est financé par l'écoparticipation versée par les producteurs adhérents (fabricants, importateurs, distributeurs...) pour chaque panneau photovoltaïque neuf. Elle permet de financer les opérations de collecte, transport et recyclage.

Ainsi, le processus de recyclage sera le suivant :

Les panneaux photovoltaïques seront récupérés par SOREN. Le processus d'enlèvement des modules dépendra du nombre de modules, du conditionnement, du rythme de démantèlement et de la capacité de réception du centre de traitement ;

Les panneaux seront ensuite acheminés vers un centre de traitement. SOREN fonctionne par appel d'offre en sélectionnant les prestataires de traitement.

En fonction de leur état, les panneaux photovoltaïques usagés pour être réemployés ou recyclés.

En cas de recyclage, les panneaux sont séparés de leur cadre aluminium et de leur boîtier de jonction puis ils sont broyés afin d'obtenir des fractions, qui sont ensuite triées à l'aide de différentes méthodes. Le détail des filières aval de recyclage relève du secret industriel de chaque acteur. Les matières peuvent ensuite être utilisées pour de nouveaux usages.

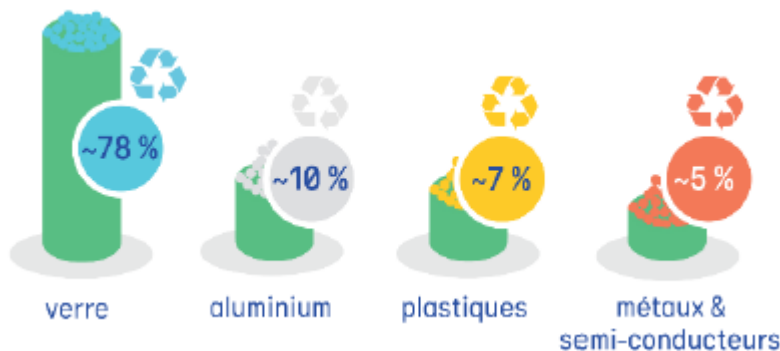


Figure 13 : fractions obtenues du recyclage d'un panneau photovoltaïque (source : SOREN)

Pour les modules photovoltaïques à base de silicium cristallin et avec un cadre en aluminium, le taux moyen de valorisation est de 94 %. Parmi les différents composés des panneaux, les métaux (aluminium, fer, cuivre) seront envoyés en fonderie tandis que le verre et le silicium peuvent être utilisés pour la confection d'enrobés bitumeux. Les matériaux restants seront enfouis.

Plusieurs centres de regroupement et de traitement sont identifiés par SOREN. Le choix des centres utilisés pour le recyclage des modules du parc photovoltaïque sera déterminé par SOREN, au début des travaux de démantèlement.

## 7.4 Recyclage des structures métalliques

Les pieux battus et les structures métalliques, composés d'acier, seront centralisés dans une benne mise à disposition sur le chantier. Cette dernière sera ensuite récupérée par une société puis envoyée vers une usine de traitement spécialisée.

Composé essentiellement de fer et d'une faible quantité de carbone, l'acier est un matériau recyclable à 100 %. En effet, après le processus de recyclage, le même matériau est obtenu, sans altération de ses propriétés ni perte de poids.

L'acier étant un métal ferreux, au moment du tri, il est facilement séparé des autres métaux grâce à un aimant. Il est ensuite soumis à un processus de tri, de calibrage et de broyage. Enfin, l'acier sera fondu et remis en forme pour être réutilisé, ou ajouté à la fonte issue des haut-fourneaux pour donner naissance à un nouvel acier.

## 7.5 Recyclage des équipements électriques (câbles, postes, onduleurs)

Les câbles électriques sont composés essentiellement de métaux et de plastique :

Le coeur du câble contient des fils métalliques, principalement en cuivre, mais qui peuvent également être composés d'autres métaux comme le plomb, l'étain, l'aluminium, le fer, le nickel, le zinc et le phosphore ;

La gaine des câbles électriques est en matière plastique.

La récupération des câbles électriques sera faite par une société spécialisée dans le recyclage des câbles. Pour ce faire, une benne sera mise à disposition sur le chantier.

Le recyclage des câbles électriques commence par la séparation des éléments plastiques des éléments métalliques. Ces éléments sont ensuite broyés en granules ou copeaux destinés à être réutilisés comme matière première en fonderies. Les matières métalliques seront ensuite triées selon la nature du métal.

Les équipements électriques (Transformateurs, Onduleurs, Protections électriques BT et HTA, ...), suivant leur état, pourront :

Être réutilisés pour stock de pièces de rechange, pour l'exploitation et la maintenance d'autres postes ;

Subir une rénovation complète dans des ateliers agréés pour une seconde vie ;

Être démantelés en centres agréés, conformément à la réglementation.

**L'enveloppe des postes électriques**, de type « panneau sandwich », est composée d'acier et de mousse polyuréthane (PU). Une fois les deux composants séparés, l'acier sera envoyé vers une usine de traitement spécialisée, permettant de le recycler à 100 % (Cf. § Recyclage des structures métalliques, ci avant).

Les **déchets polyuréthane** pourront être broyés et retransformés. La matière recyclée ainsi est imputrescible, résistant aux moisissures et, grâce à sa faible conductivité thermique, sa légèreté et sa résistance à l'humidité exceptionnelle et à son niveau de résistance mécanique. Par ailleurs, un programme est en cours pour créer la filière de recyclage du PU : le projet PUPReSmart.

## 7.6 Recyclage des autres matériaux

Les autres matériaux issus du démantèlement des installations (béton, acier) suivront les filières de recyclage classiques.

## 8 Contacts

### Pétitionnaire du projet

Monsieur Jean HENRIC  
MAS GUITER CHEMIN SAINTE BARBE  
66000 PERPIGNAN  
Tél : 06 58 49 87 38

### Maitre d'œuvre

MEXENS  
26 rue Annet Segeron, 86580, Biard  
Romain GUILBAUD, Chef de Projets  
Tél : 06 61 39 53 50  
[romain.guilbaud@mexens.com](mailto:romain.guilbaud@mexens.com)  
Romain PROUX, Service Urbanisme  
Tél : 06 64 95 52 44 / 05 49 56 01 19  
[romain.proux@mexens.com](mailto:romain.proux@mexens.com)

## 9 Annexes

### 9.1 ANNEXE 1

Condition du calcul des différents angles de positions des panneaux sur une année :

- Le service innovation de Mexens (ex.Techique Solaire), formé uniquement d'ingénieurs agronomes, utilise le logiciel Rhino afin de pouvoir obtenir les angles des panneaux et l'irradiance qui en découle grâce aux données récoltées sur la parcelle et concernant la structure, dont voici les plus impactantes : Irradiance initiale / rampant de la structure / orientation de la structure/ hauteur de la structure / météo du parcellaire. Ainsi, nous pouvons choisir le scénario de pilotage le plus approprié permettant de respecter les besoins d'irradiance de la vigne identifiés dans l'annexe 3.
- Course des panneaux par rapport à l'horizontal

| Mois/Heures | 00 | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07  | 08  | 09  | 10  | 11  | 12  | 13  | 14 | 15 | 16  | 17  | 18  | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | % Irradiance |
|-------------|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|--------------|
| Janvier     | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0   | -3  | -12 | -32 | -54 | -33 | -3 | 27 | 53  | 23  | 6   | 2  | 1  | 0  | 0  | 0  | 67           |
| Février     | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0   | -5  | -19 | -50 | -48 | -29 | -5 | 21 | 45  | 47  | 14  | 3  | 0  | 0  | 0  | 0  | 66           |
| Mars        | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | -5  | -17 | -44 | -53 | -38 | -21 | -1 | 20 | 40  | 58  | 25  | 8  | 0  | 0  | 0  | 0  | 67           |
| Avril       | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | -4  | 54  | 44  | 20  | -43 | -30 | -14 | 4  | 20 | -60 | -49 | -47 | 16 | 5  | 0  | 0  | 0  | 70           |
| Mai         | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | -2 | -12 | 51  | 40  | 39  | -38 | -24 | -9  | 5  | 20 | -59 | -57 | -54 | 24 | 9  | 1  | 0  | 0  | 74           |
| Juin        | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | -5 | -15 | 50  | 60  | 60  | -33 | -24 | -9  | 5  | 20 | -45 | -43 | -45 | 29 | 15 | 5  | 0  | 0  | 78           |
| Juillet     | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | -3 | -12 | 59  | 56  | 60  | -39 | -25 | -11 | 5  | 20 | -55 | -55 | -57 | 29 | 14 | 4  | 1  | 0  | 77           |
| Août        | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | -6  | 59  | 52  | 41  | 42  | -30 | -14 | 5  | 20 | -59 | -52 | -54 | 20 | 7  | 1  | 0  | 0  | 70           |
| Septembre   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | -2  | -10 | -27 | -59 | -47 | -30 | -15 | 6  | 24 | 43  | 58  | 26  | 8  | 2  | 1  | 0  | 0  | 67           |
| Octobre     | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | -4  | -16 | -39 | -50 | -37 | -15 | 8  | 32 | 52  | 33  | 10  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 64           |
| Novembre    | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0   | -6  | -20 | -57 | -44 | -22 | 8  | 38 | 60  | 17  | 5   | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 65           |
| Décembre    | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0   | -3  | -11 | -32 | -50 | -29 | 2  | 37 | 60  | 15  | 1   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 60           |

- En orange, effacement des panneaux de manière à ce que la vigne reçoive la quantité de lumière suffisante dont elle a besoin.
- En vert clair, course des panneaux en back-tracking, c'est-à-dire orientation des panneaux en opposition aux sens des rayons lumineux.
- L'angle moyen des panneaux est calculé entre 8h et 18h (rectangle orange), en valeur absolue.
- Angle moyen : 30,7°**
- Les irradiances mensuelles moyennes sont supérieures aux seuils fixés à la partie 3.3.4 de l'annexe 3 et au scénario de pilotage recommandé (voir figure 4). Par conséquent, les résultats présentés en annexe 3 sont pleinement transposables à la configuration du projet prévu sur l'exploitation HENRIC LACLARE.

## **9.2 ANNEXE 2 – ETUDE AGROPEDOLOGIQUE**



SILLONS & CO

BY INOSIUM

BUREAU D'ÉTUDES AGRICOLES

# Etude Agro-Pédologique

## Etude de potentialité des sols

Commune de Bages (66670)

M. HENRIC - EARL Domaine du Ducéré



Figure 1 : Vue de la parcelle viticole de M. HENRIC



Expertise  
sol & culture

Etude Agro-pédologique – M. HENRIC – viticulture – Bages (66670)  
Janvier 2026



SILLONS & CO  
BY INOSIUM  
Traçons l'avenir ensemble

# Sommaire

|        |                                              |    |
|--------|----------------------------------------------|----|
| 1      | INTRODUCTION .....                           | 5  |
| 2      | PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ETUDE .....        | 5  |
| 1.1.   | Présentation du projet.....                  | 5  |
| 1.2.   | Occupation des sols .....                    | 6  |
| 1.3.   | Topographie .....                            | 7  |
| 1.4.   | Climat .....                                 | 7  |
| 1.5.   | Géologie et pédologie .....                  | 8  |
| 2.     | METHODE .....                                | 11 |
| 3.     | RESULTATS .....                              | 13 |
| 3.1.   | Sondages .....                               | 13 |
| 3.2.   | Carte des sols.....                          | 17 |
| 3.3.   | Analyse en laboratoire .....                 | 19 |
| 3.3.1. | Granulométrie.....                           | 19 |
| 3.3.2. | Analyse chimique.....                        | 21 |
| 4.     | SYNTHESE .....                               | 27 |
| 5.     | CONCLUSION DE L'ETUDE .....                  | 29 |
| 3      | Annexes : Résultats des analyses de sol..... | 30 |
| 4      | Bibliographie .....                          | 36 |
| 5      | Webographie.....                             | 37 |



# Liste des figures

|                                                                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 1 : Vue de la parcelle viticole de M. HENRIC .....                                                           | 1  |
| Figure 2 : Localisation de la zone d'étude .....                                                                    | 5  |
| Figure 3 : Projet agrivoltaïque sur vignes à Bages (données Technique Solaire).....                                 | 6  |
| Figure 4 : Topographie de la zone d'étude.....                                                                      | 7  |
| Figure 5 : Répartition spatiale des pentes sur la ZIP.....                                                          | 7  |
| Figure 6 : Températures et précipitations moyennes à Perpignan, moyenne 1971-2000 (Source : Meteoblue) .....        | 8  |
| Figure 7 : Géologie de la ZIP .....                                                                                 | 9  |
| Figure 8 : Unités cartographiques de sols de la zone d'étude .....                                                  | 10 |
| Figure 9 : Carte de localisation des prélèvements et sondages réalisés .....                                        | 14 |
| Figure 10 : Structure grumeleuse observée .....                                                                     | 17 |
| Figure 11 : Traces d'oxydes de fer observés en profondeur .....                                                     | 17 |
| Figure 12 : Localisation des UTS, des sondages et des prélèvements réalisés .....                                   | 18 |
| Figure 13 : Texture des échantillons.....                                                                           | 19 |
| Figure 14 : Comportement possible du sol en fonction de sa texture .....                                            | 20 |
| Figure 15 : Réservoir utile unitaire par cm de sol selon la texture (Chambre d'agriculture de l'Ariège, s. d.)..... | 21 |
| Figure 16 : pH des 3 échantillons réalisés et impacts associés.....                                                 | 23 |
| Figure 17 : Rapport C/N des échantillons .....                                                                      | 24 |
| Figure 18 : Phosphore des échantillons (méthode Olsen).....                                                         | 25 |
| Figure 19 : Potassium des échantillons .....                                                                        | 25 |
| Figure 20 : Magnésium des échantillons .....                                                                        | 25 |
| Figure 21 : Tableau récapitulatif globale de l'étude.....                                                           | 28 |

# Liste des tableaux

|                                                                                                                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tableau 1 : Répartition des pentes sur la ZIP et risque érosif associé .....                                                                                                     | 7  |
| Tableau 2 : Appréhension de quelques critères pédologiques par sondage à la tarière, profil ou analyses de terre (Rivière et al., 1992 cité dans Lemerancier et al., 2017) ..... | 11 |
| Tableau 3 : Caractéristiques des prélèvements terrain.....                                                                                                                       | 15 |
| Tableau 4 : Sondages pédologiques réalisés .....                                                                                                                                 | 16 |
| Tableau 5 : RUM et RFU des sondages .....                                                                                                                                        | 21 |
| Tableau 6 : RUM et RFU moyen par UTS de la ZIP .....                                                                                                                             | 21 |
| Tableau 7 : Valeur de CEC, répartition des cations échangeables et taux de saturation .....                                                                                      | 22 |
| Tableau 8 : Teneur en calcaire total et actif, indice de pouvoir chlorosant des échantillons .....                                                                               | 23 |
| Tableau 9 : Taux de matières organique des échantillons.....                                                                                                                     | 23 |
| Tableau 10 : Appréciation de la teneur en oligo-éléments des échantillons d'après le laboratoire TEYSSIER .....                                                                  | 26 |



# Glossaire

---

**AGROSYSTEME** : Système généré par l'activité agricole, défini par les interactions entre les organismes vivants et leur environnement physique sous l'influence des techniques culturales.

**CALCIMAGNESIQUE** : Qualifie un sol ou horizon saturé, subsaturé ou resaturé dans lequel le rapport  $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$  est compris entre 5 et 2. Pas d'effervescence ou seulement localement ou ponctuellement.

**CEC** : Capacité d'échange cationique. Exprimée en milliéquivalent. La CEC représente la quantité maximale de cations ( $\text{H}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ , etc...) que le sol peut retenir sur le complexe absorbant.

**DYSTRIQUE** : Qualifie un sol dont le taux de saturation (rapport S/CEC) est < 50% dans tous les horizons ou au moins dans certains d'entre eux.

**EUTRIQUE** : Qualifie un sol dont le taux de saturation (rapport S/CEC) est > 50% dans tous les horizons ou au moins dans certains d'entre eux.

**GIS SOL** : Groupement d'Intérêt Scientifique sur les Sols

**RÉDOXIQUE** : Un horizon de sol est qualifié de rédoxique lorsqu'il est caractérisé par la présence de traits rédoxiques couvrants plus de 5 % de la surface de l'horizon observé sur une coupe verticale. Les traits rédoxiques résultent d'engorgements temporaires par l'eau avec pour conséquence principale des alternances d'oxydation et de réduction.

**RUM** : Réserve Utile Maximum : en mm, quantité d'eau qu'un sol peut absorber et restituer à la plante.

**RFU** : Réserve Facilement Utilisable : en mm, quantité d'eau qu'une plante peut extraire du sol sans subir de stress.

**SAIN** : Un sol est sain quand il draine bien l'eau et ne montre pas de signe d'hydromorphie.

**SATURE** : Qualifie un sol dont le taux de saturation (rapport S/CEC) est compris entre 95 et 80% dans tous ses horizons ou au moins dans certains d'entre eux.

**PEDOPAYSAGE** : Ensemble des plages cartographiques semblables par les caractéristiques de la couverture pédologique et des éléments paysagés. Un pédo-paysage est ainsi constitué d'unités typologiques de Sol (UTS) regroupés sur des éléments paysagés tels que la géomorphologie, l'hydrologie, le matériau parental, le substrat, et éventuellement l'occupation du sol.

**POTENTIEL DE RENDEMENT** : Capacité de production d'une espèce ou d'une variété dans un milieu donné lorsque les conditions optimales de culture sont réunies, autrement dit, rendement maximal d'une espèce ou d'une variété dans une zone géographique déterminée.

**UCS (Unité Cartographique de Sol)** : Portions de paysage où la formation des sols est homogène (morphologie, géologie, climat et dans certains cas l'occupation du sol). Leur tracé peut se baser sur des limites topographiques (rupture de pente, courbes de niveau) ou des limites géologiques. Les UCS définies sont soit des UCS simples, composées d'une seule Unité Typologique de Sols (UTS), soit des UCS complexes composées de plusieurs UTS.

**UTS (Unité typologique de sol)** : Portion de la couverture pédologique constituée par la superposition de strates aux caractéristiques bien définies et présentant une certaine extension spatiale. Sa définition repose sur le rattachement à une taxonomie de type classification ou référentiel de sols.



# 1 INTRODUCTION

L'objectif de cette étude est la caractérisation agro-pédologique ainsi que la qualification du potentiel agronomique d'une zone envisagée pour l'aménagement d'un parc agrivoltaïque sur une parcelle de vigne.

Pour cela, l'étude doit :

- Déterminer les types de sol de la zone d'étude ;
- Analyser leurs caractéristiques physiques, chimiques et biologiques ;
- Déterminer le potentiel agronomique de la zone d'étude.

## 2 PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

### 1.1. Présentation du projet

La présente étude est menée dans le cadre d'un projet agrivoltaïque sur des terres situées sur la commune de Bages dans les Pyrénées-Orientales (66) (Figure 2).

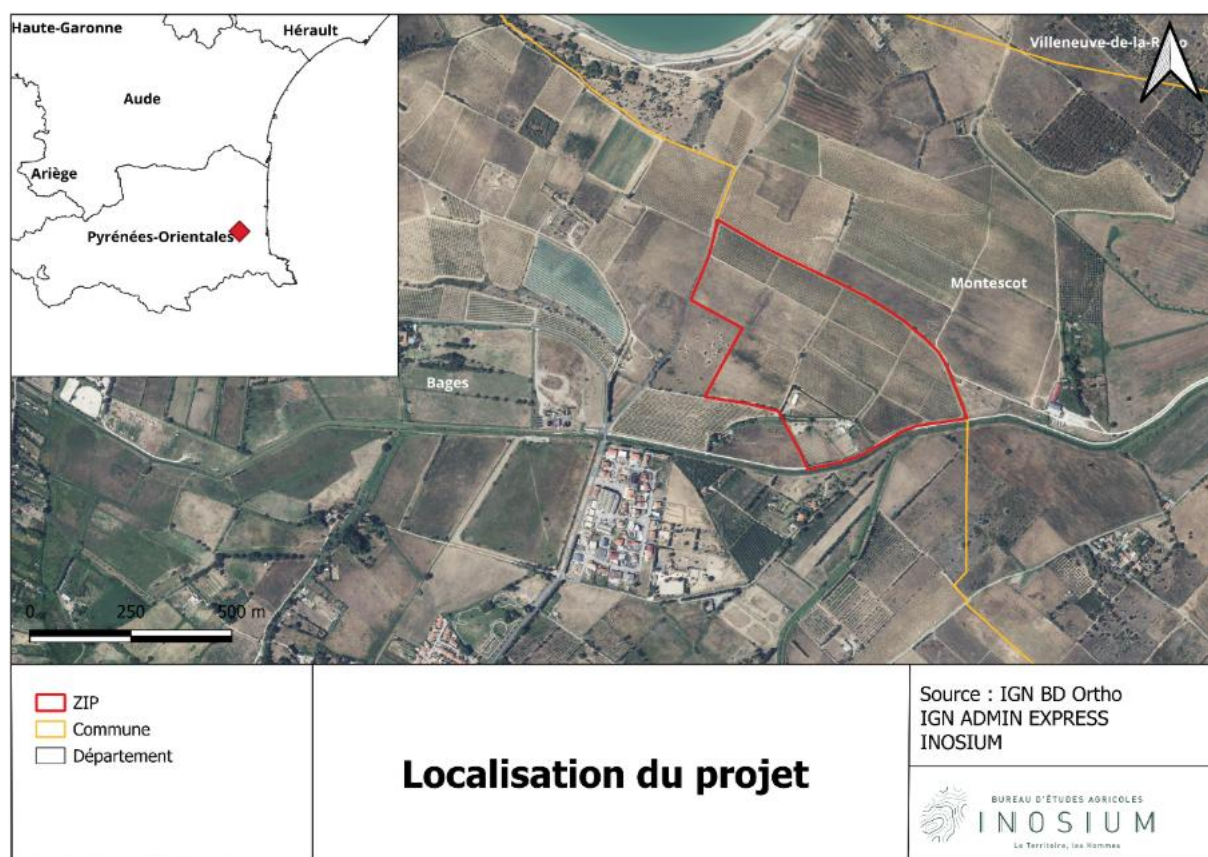


Figure 2 : Localisation de la zone d'étude

L'exploitant a choisi la société Technique Solaire pour réaliser ce projet. Ce dernier concerne une surface d'environ 82 013 m<sup>2</sup> soit 13% de la SAU totale de l'exploitation . Une zone témoin de 5 811 m<sup>2</sup>, indiquée dans les dessins techniques, est prévue pour comparer les rendements agricoles - données Technique Solaire (GUILBAUD, 2025).

La totalité de la surface impactée va être replantée (actuellement environ 45 % de la surface est cultivée)  
C'est sur cette surface, appelée zone d'implantation potentielle (ZIP) par la suite, que seront conduites les analyses (Figure 3).

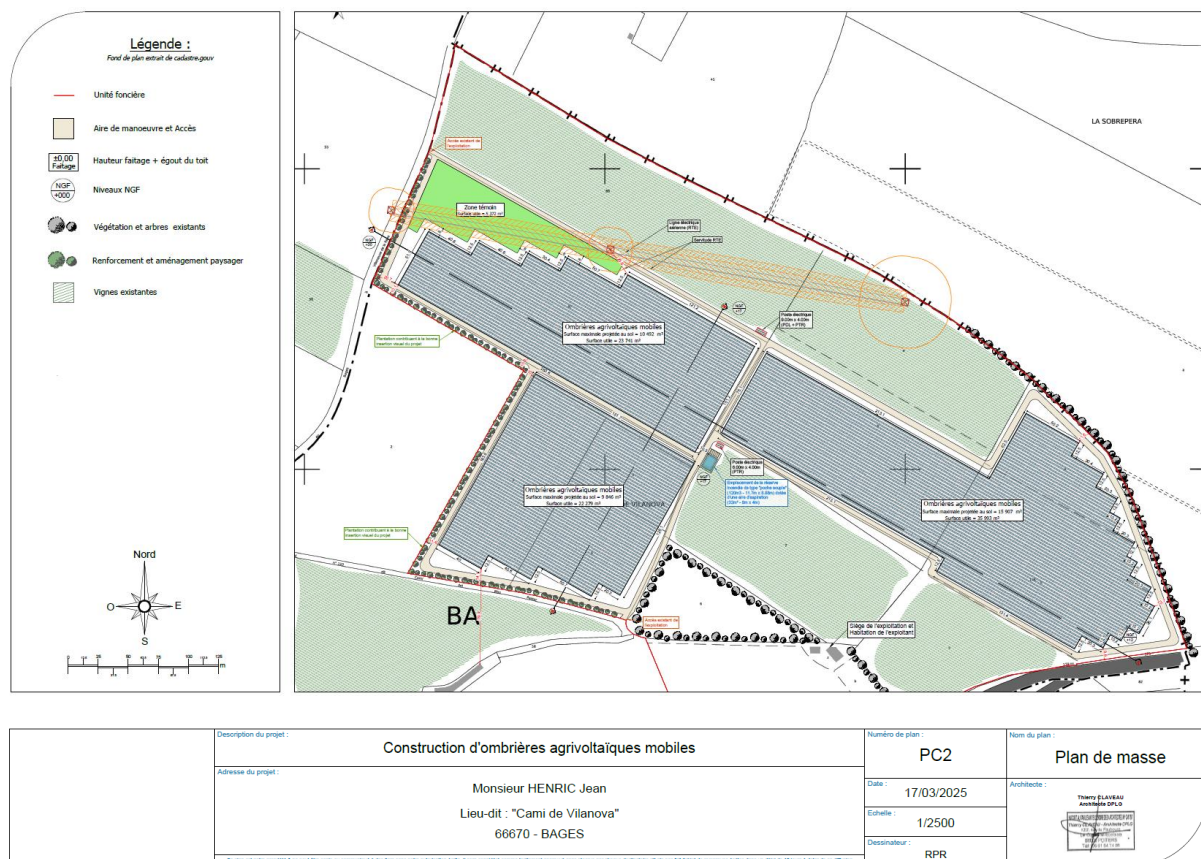


Figure 3 : Projet agrivoltaïque sur vignes à Bages (données Technique Solaire)

## 1.2. Occupation des sols

La zone d'étude est actuellement couverte de vignes vieillissantes, réparties en Syrah AOC, en Grenache noir AOC, en Syrah IGP et en Cabernet IGP, que Monsieur HENRIC a prévu d'arracher d'ici 1 à 2 ans dans le cadre d'un renouvellement. Le reste de la surface est laissée en jachère à la suite d'un arrachage. Ces informations ont été présentées dans l'étude préalable agricole réalisé par PPG ACCOMPAGNEMENT (PORTEILS, 2025).

### 1.3. Topographie

L'altitude de la ZIP s'échelonne de 12 à 27 m (Figure 4). La majorité de la ZIP, 67%, présente entre 2 et 5% de pente ce qui implique des risques d'érosion faibles. 24% de la surface présente entre 0 à 2% de pente. Enfin, seuls 8% de la surface présentes une pente entre 5 et 15% (Figure 5 et Tableau 1).

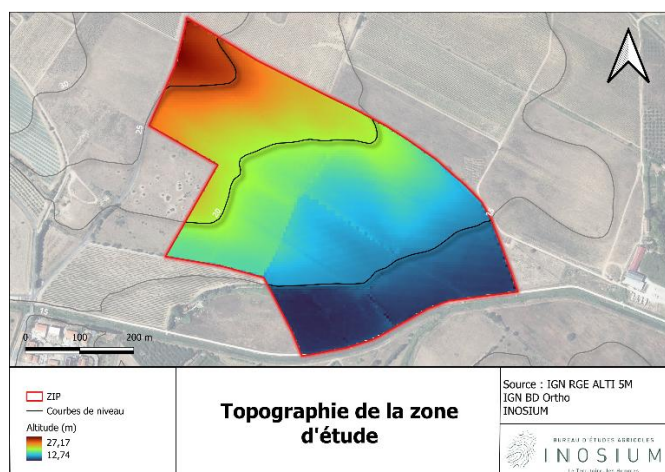


Figure 4 : Topographie de la zone d'étude

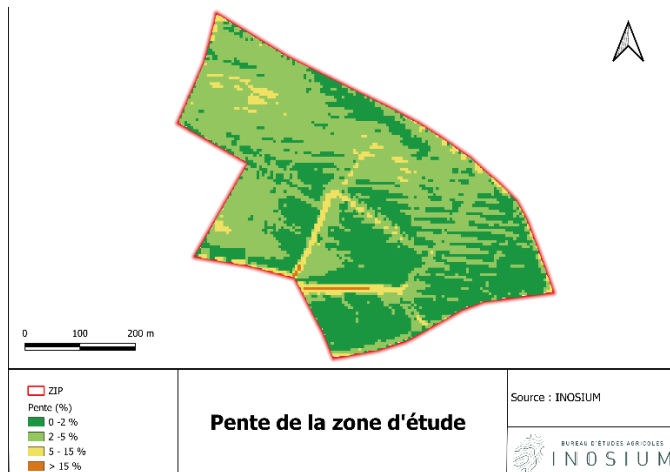


Figure 5 : Répartition spatiale des pentes sur la ZIP

| Classe de pente | Appellation <sup>1</sup> | Erosion par ruissellement <sup>1</sup> | Surface |      |
|-----------------|--------------------------|----------------------------------------|---------|------|
|                 |                          |                                        | ha      | %    |
| 0 à 2           | Très faible à faible     | Nul à peu de risques                   | 5,30    | 24,1 |
| 2 à 5           | Faible à modérée         | Peu de risques                         | 14,74   | 67,2 |
| 5 à 15          | Modérée à forte          | Risques modérés                        | 1,83    | 8,3  |
| Plus de 15      | Forte                    | Risques importants                     | 0,08    | 0,4  |

<sup>1</sup> Classes de pentes, appellations et risque érosif associé d'après GEPPA, 1981 cité dans Baize et Jabiol, 2011

Tableau 1 : Répartition des pentes sur la ZIP et risque érosif associé

Cette configuration offre une implantation aisée de la parcelle dont le risque érosif associé est très faible à faible sur la ZIP.

### 1.4. Climat

Le climat de la commune est de type méditerranéen avec des étés chauds et secs et des hivers plus froids. La station de Perpignan est utilisée pour étudier le climat (la plus proche de la parcelle d'études).

Pour la période 1971-2000, la température moyenne annuelle est d'environ 15,75°C, la pluviométrie moyenne annuelle est de 589 mm (Figure 6).

**Perpignan**  
42.70°N, 2.90°E (43 m snm).  
Modèle: ERA5T.

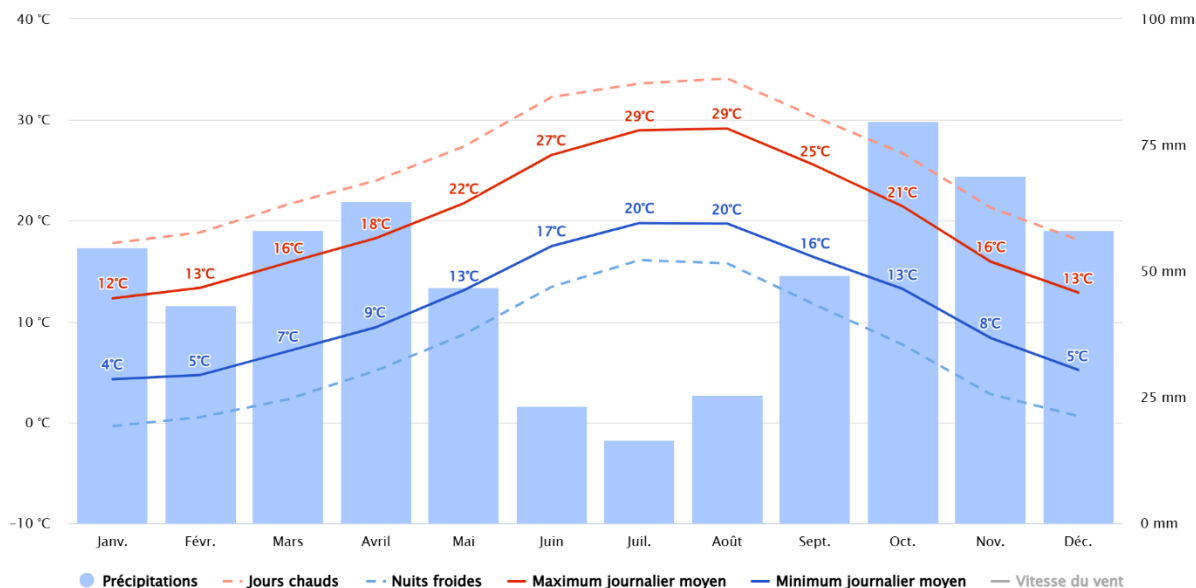


Figure 6 : Températures et précipitations moyennes à Perpignan, moyenne 1971-2000 [Source : Meteoblue]

## 1.5. Géologie et pédologie

Dans le bassin du Roussillon, le Pliocène continental **forme une grande séquence détritique déposée lors du comblement du fossé néogène (grand bassin d'effondrement)**. Il est constitué d'un assemblage typique de **poudingues, arkoses, limons jaunes et marnes concrétionnées** (Figure 7), alternant entre chenaux **sablo-graveleux et vastes dépôts limoneux de plaine d'inondation**. Les encroûtements calcaires y sont fréquents, témoignant d'une pédogenèse active sous climat chaud et relativement sec, tandis que la sédimentation se fait dans un contexte d'affaissement favorisant l'accumulation d'épaisseurs pouvant dépasser la centaine de mètres. Ces dépôts reposent parfois sur des cônes fluviotorrentiels plus grossiers, hérités d'écoulements issus des Albères, où les galets et blocs granito-gneissiques sont abondants.

Au-dessus ou en marge de ces unités pliocènes, le Quaternaire laisse une large empreinte à travers des **colluvions, alluvions et formations liées aux cycles glaciaires** (Figure 7). Les colluvions se présentent comme des nappes de matériaux remaniés en pied de versant — **limons ocre, graviers de quartz, blocs altérés** — issues de la dégradation des terrasses ou du socle cristallin des Albères. Les alluvions, quant à elles, forment une série de terrasses étagées (des niveaux anciens très altérés aux dépôts würmiens, dépôts quaternaires, plus frais), reflétant les variations climatiques rythmiques du Pléistocène. Enfin, même si le secteur n'a pas connu de glaciation directe, les cycles glaciaires ont fortement modifié la dynamique des rivières : augmentation des charges solides, dépôts grossiers lors des phases froides, déflation éolienne et colluvionnement cryoclastique, façonnant les paysages actuels du piémont et de la plaine. **Ensemble, ces formations racontent l'évolution progressive d'un bassin sédimentaire actif, encadré par un massif paléozoïque en surrection, et modelé par les fluctuations climatiques et tectoniques récentes.**

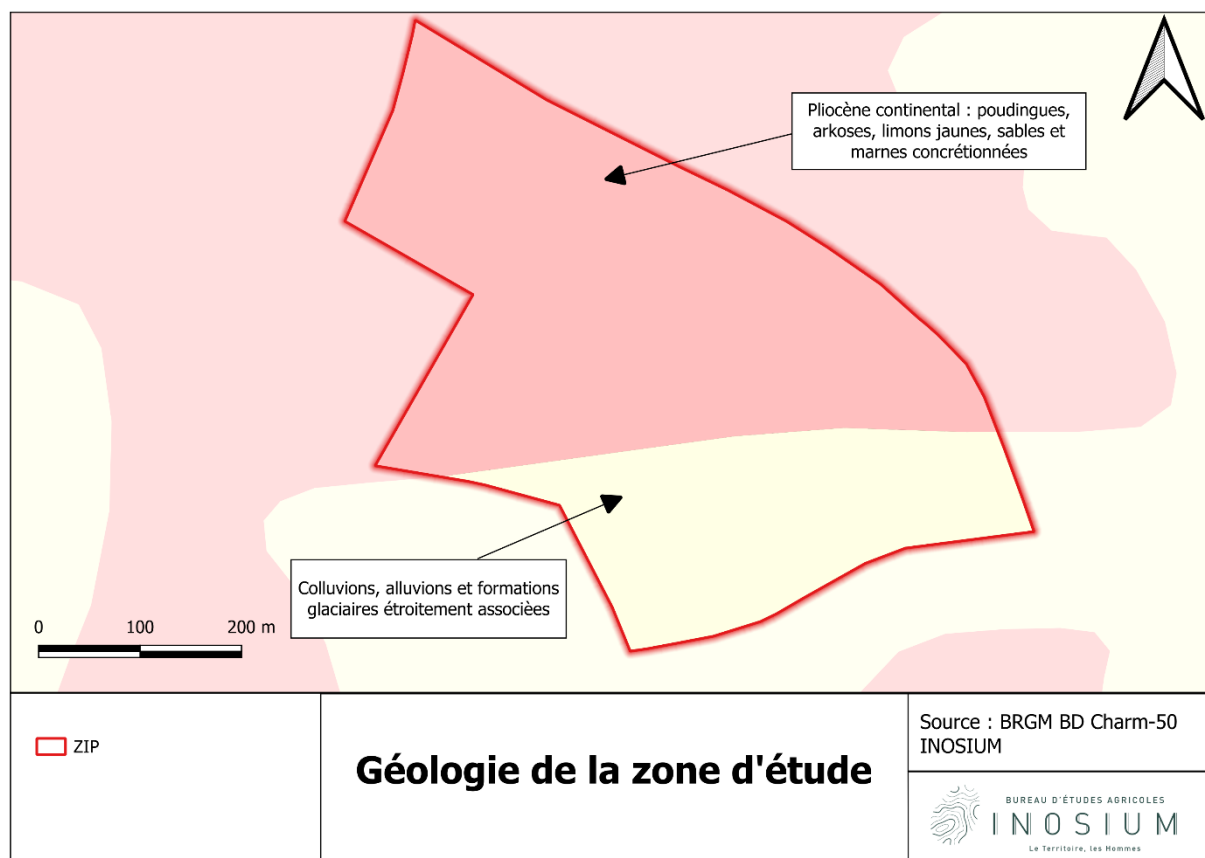


Figure 7 : Géologie de la ZIP

La parcelle est située sur deux unités cartographiques de sol (UCS) (Figure 8) :

- L'UCS n° 53001 « Buttes et replats sur marnes sableuses plaisanciennes des plaines du Roussillon (Pyrénées Orientales) et du Gard. Vignes. Arboriculture ». Cette UCS est composée de 2 Unité(s) Typologique(s) de Sol (UTS) :
  - UTS n°930 : sol moyennement épais à épais, sablo argileux à argilo sableux, formé sur marnes sableuses du Plaisancien dans les buttes et replats de la plaine du Roussillon. Type de sol : **BRUNISOL**. Matériau parental : marnes sableuses, molasse, limons caillouteux.
  - UTS n° 951 : sol limono-sablo-argileux, calcaire, développé sur buttes et replats formés par des marnes sableuses du Plaisancien. Type de sol : **CALCISOL**. Matériau parental : marnes sableuses.
- L'UCS n°10604 « Dépression salluvio-colluviales recreusées dans les marnes plaisanciennes, à engorgement marqué, situées en plaine de Roussillon. Marécages à phragmites, prairies, roselières ». Cette UCS est composée de 2 UTS :
  - UTS n° 137 (90%) : Sol profond à très profond, argileux, non calcaire, gley salé développé sur des formations colluviales tapissant le fond des cuvettes en doréiques où le mauvais drainage et l'accumulation saline en font un sol de faible potentialité. Type de sol : **REDUCTISOL** typique salin. Matériau parental : colluvions.
  - UTS n° 135 (10%) : Sol moyennement profond à profond, limono-argilosableux, chromatiquement contrasté, formé sur des apports colluvio-alluviaux tapissant certaines dépressions de la région, hydromorphie marquée au contact du matériau sous-jacent peu filtrant. Type de sol : **FLUVIOSOL** calcique à calcaire. Matériau parental : colluvions, alluvions calcaires sur matériau pliocène.

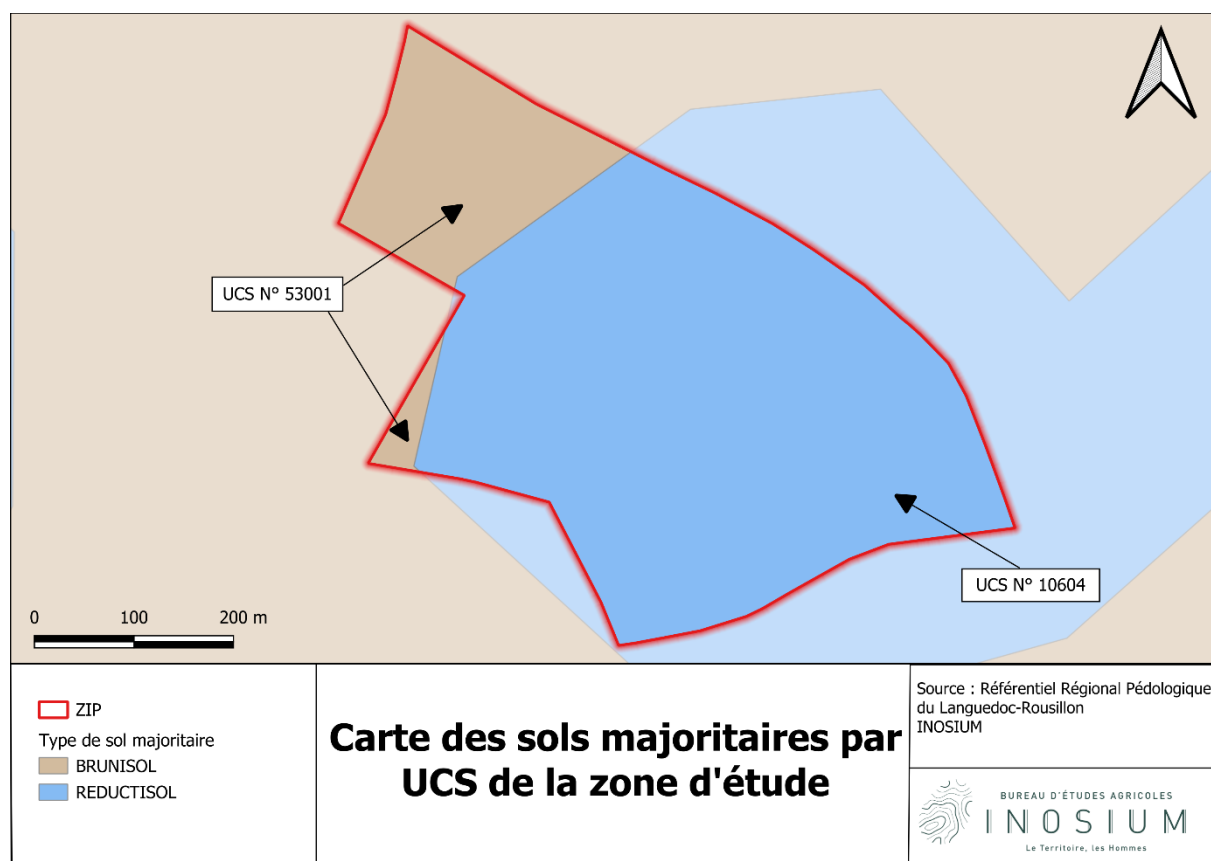


Figure 8 : Unités cartographiques de sols de la zone d'étude

Le référentiel régional pédologique donne des informations au 1/250 000. Elle informe sur le pédopaysage mais ne constitue pas source d'information suffisamment détaillée pour identifier les types de sols à la parcelle.

Des investigations de terrain étaient donc nécessaires pour préciser ces derniers.

## 2.METHODE

Les potentialités agronomiques de la ZIP vont être identifiées au travers d'informations sur la fertilité physique, chimique et biologique du ou des sols de la ZIP. Trois grands types de prospection sont identifiés pour qualifier les caractéristiques du sol (Tableau 2).

| Moyen d'appéhension | Observation à l'aide d'un sondage «méthode tarière» (MA) | Observation à partir d'un profil | Mesures faites au laboratoire (analyse de terre) |
|---------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------|
| Nature du critère   |                                                          |                                  |                                                  |
| Nature du matériau  |                                                          |                                  |                                                  |
| Géologie            | +                                                        | ++                               | o                                                |
| Texture             | ++                                                       | ++                               | ++                                               |
| Profondeur          | ++                                                       | +++                              | o                                                |
| Hydromorphie        | ++                                                       | +++                              | o                                                |
| Pierrosité          | +                                                        | +++                              | o                                                |
| Etat structural     | +                                                        | +++                              | o                                                |
| Etat organique      | +                                                        | +                                | ++                                               |
| Etat chimique       | o                                                        | o                                | ++                                               |

0 : inadapté, + : peu adapté, ++ : correct, +++ très bon

Tableau 2 : Appréhension de quelques critères pédologiques par sondage à la tarière, profil ou analyses de terre (Rivière et al., 1992 cité dans Lemerancier et al., 2017)

Les prospections retenues sont les suivantes (

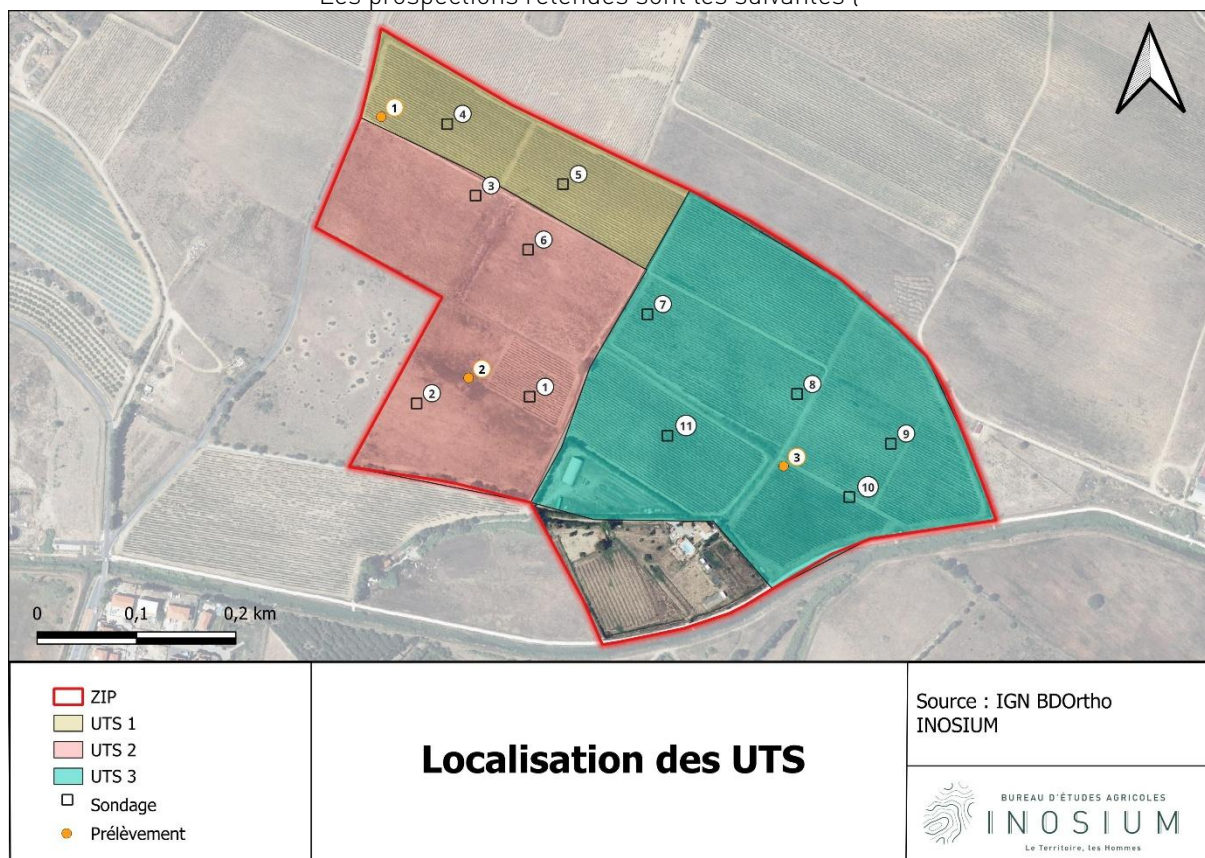


Figure 12] :

- Observation du couvert végétal ;
- Les fosses pédologiques n'ont pas pu être réalisées par défaut de matériel. À défaut, **des tests bêche ont été réalisés** pour évaluer la structure superficielle, la densité racinaire, la présence de lombrics (*galeries ou présence de l'animal*) ;
- Réalisation de **sondage pédologique** (*tarière de 6 cm de diamètre jusqu'à 100 cm de profondeur ou jusqu'à refus*) pour identifier l'enchainement des horizons et le type de sol avec une densité de 1 à 2 sondages selon l'hétérogénéité parcellaire. Ces derniers ont été positionnées en fonction des ensembles géologiques (cf. 1.5), et de la zone occupée par les fondations des bâtiments agricoles qui a été délimitée avec l'exploitant ;
- **Description des horizons** : texture, pierrosité, réaction à l'HCl ;
- Réalisation de trois **prélèvements de terre** sur les zones de sol homogène ayant la même exploitation pour analyse en laboratoire de la granulométrie, de la teneur en éléments majeurs et oligo-éléments, de la teneur en matière organique. Les échantillons ont été prélevés sur la profondeur de terre fine disponible.

Les prospections ont été réalisées le 08/01/2026 en contexte nuageux. Des précipitations relativement abondantes (112 mm sur les 15 jours précédant les prospections) ont été relevées à la station de Perpignan (Météo France).

Le réservoir utile maximum des sols est estimé à partir de l'étude de la texture, de la profondeur et de la pierrosité des horizons.



## 3. RESULTATS

---

### 3.1. Sondages

Sur cette parcelle, les investigations ont permis de réaliser 11 sondages sur 8,2ha (Figure 9) et ont permis d'identifier trois grands types de sols (Tableau 3 et Tableau 4) :

#### 1. Sols bruns (BRUNISOLS) — majoritaires : sondages 1, 7, 8, 9, 10, 11

- Textures limono-argileuses ou limono-sableuses
- Bonne structure en surface (grumeleuse (Figure 10))
- Hydromorphie faible à modérée selon les points

→ *Sols globalement favorables, mais sensibles au tassement dans les textures limoneuses.*

#### 2. Sols lessivés (LUVISOLS) — sondages 2, 3, 5, 6

- Horizons différenciés (LAS/L à LA/AL, parfois E et Bt spécifiques d'un entrainement des argiles en profondeur)
- Structure fragile, battance fréquente
- Hydromorphie possible en profondeur

→ *Sols plus contraignants : infiltration ralentie, sensibilité au ruissellement.*

#### 3. Sols hydromorphes (REDUCTISOLS) — sondages 4 et partiellement 3 & 6

- Saturation rapide
- Gley, oxydes de fer (Figure 11), humidité croissante sur le profil

→ *Sols à drainage limité, forte variabilité hydrique, contraintes pour enracinement profond.*



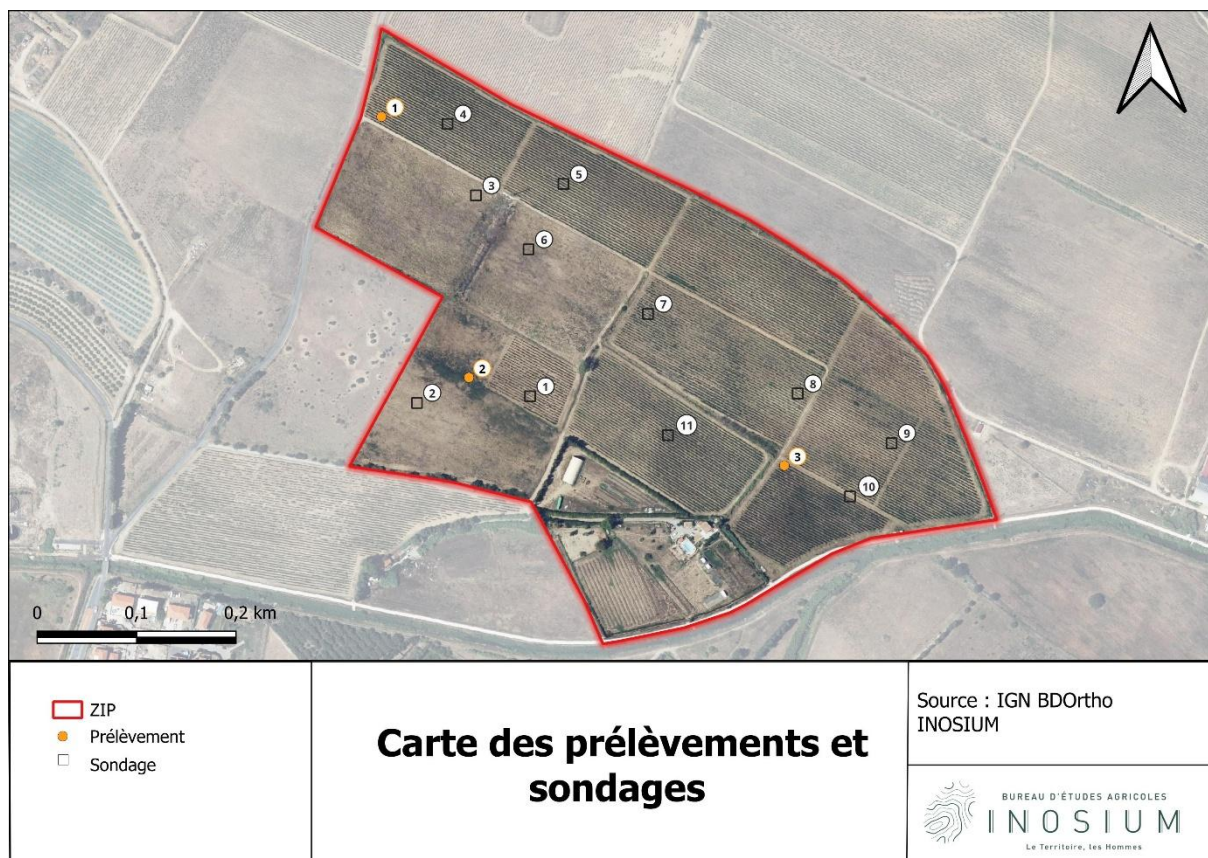


Figure 9 : Carte de localisation des prélèvements et sondages réalisés

Le choix du prélèvement 1,2 et 3 a été fait de manière à privilégier un sol non remanié par de récents travaux du sol. Pour chaque prélèvement, un échantillonnage de 6 points prélèvement sur une distance de 20m<sup>2</sup> a permis de réaliser un échantillon homogène qui permet de lisser de potentielles hétérogénéités pédologiques.



| Numéro des prospection | Sondages à la tarière |                |                |                                 |                            |                               |                  | Test bêche (horizon de surface, 30 cm max) |                                  | UTS associé | Couvert végétal et commentaires                                                                                                                                                        |
|------------------------|-----------------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------------------|-------------------------------|------------------|--------------------------------------------|----------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                        | Profondeur (cm)       | Type d'horizon | Texture        | Humidité                        | Pierrosité (%)             | Réaction à l'HCl              | Référence de sol | Structure de surface                       | Activité biologique (macrofaune) |             |                                                                                                                                                                                        |
| 1                      | 85<br>100             | B              | LA<br>LS       | Humide                          | Faible                     | f, loc (80 cm)                | BRUNISOL         | Grumelleuse                                | Turicules                        | 2           | Couvert de graminées en surface. Présence de racines du couvert. Présence de nodules de sable à 75 cm et plus                                                                          |
| 2                      | 60<br>100             | B              | L<br>LA        | Humide                          | Faible                     | f, loc (70 cm)                | LUVISOL          | Grumelleuse                                | peu observée                     | 2           | Pas de couvert en surface. Quelques restes de pailles. Quelques racines anciennes. Battante en surface                                                                                 |
| 3                      | 35<br>60<br>100       | B              | LAS<br>AL<br>A | Humide<br>Humide<br>Humide      | Faible<br>Faible<br>Faible | F                             | REDUCTISOL       | Polyédrique subangulaire                   | peu observée                     | 2           | Battance. Peu de racines. Pas de couvert. Structure compacte. Apparition de Gley et de traces doxydes de fer (rouge) à 90 cm                                                           |
| 4                      | 100                   | B              | S              | Humide croissante sur le profil | Faible                     | X                             | REDUCTISOL       | Grumelleuse                                | peu observée                     | 1           | Racines abondantes du couvert de graminées. Quelques limons jaunes et oranges. Horizon 60 et plus on gagne en humidité. Effectivement, à 90 cm on est saturé. À 1m stagnation de l'eau |
| 5                      | 45<br>90<br>100       | Aca<br>E<br>BT | LAS<br>S<br>SA | Humide                          | Faible                     | F sur l'ensemble hors surface | LUVISOL          | Grumelleuse                                | peu observée                     | 1           | Racines du couvert d'herbacées. à 45cm on observe une couche calcaire sableuse. 3 horizons bien distincts                                                                              |
| 6                      | 40<br>100             | B              | LAS<br>LA      | Humide                          | Faible                     | f sur l'ensemble              | REDUCTISOL       | Polyédrique subangulaire                   | peu observée                     | 2           | Observation de limons jaunes incrustés à 80 cm. Battance. Peu de racines. Pas de couvert. Structure compacte. Saturé à 100 cm avec eau stagnante                                       |
| 7                      | 50<br>100             | B              | LAS<br>AL      | Humide                          | Faible                     | X                             | BRUNISOL         | Grumelleuse                                | peu observée                     | 3           | LAS jusqu'à 50 cm. 50 à 100 cm en AL. Racines du couvert                                                                                                                               |
| 8                      | 100                   | B              | LA             | Humide                          | Faible                     | F sur l'ensemble              | BRUNISOL         | Polyédrique subangulaire                   | peu observée                     | 3           | Vers 1 m on retombe sur des limons avec traces de gley et limons oranges                                                                                                               |
| 9                      | 100                   | B              | LA             | Humide                          | Faible                     | F sur l'ensemble              | BRUNISOL         | Polyédrique subangulaire                   | peu observée                     | 3           |                                                                                                                                                                                        |
| 10                     | 100                   | B              | LS             | Humide                          | Faible                     | F, loc (60 cm)                | BRUNISOL         | Polyédrique subangulaire                   | Turicules                        | 3           | Oxydes de fer traces rougeâtre dues à un clou ancien                                                                                                                                   |
| 11                     | 100                   | B              | LS             | Humide                          | Faible                     | X                             | BRUNISOL         | Polyédrique subangulaire                   | peu observée                     | 3           |                                                                                                                                                                                        |

Texture : LAS = Limono-argileux-sableux, A = Argileux, Als = Argilo-limono-sableux, LA = Limono-argileux, S = Sableux, LS = Limono-sableux

Réaction HCl : f = Faible, F = Forte, loc = Localisée

B = horizon B sol brun neutre / brun calcaire, Aca = horizon A (mélange de matière organique et de matière minérale) contenant plus de 5% de CaCO<sub>3</sub>, E = horizon éluvial appauvri, BT = horizon argilluvial enrichi en argiles provenant d'un horizon éluvial E

Tableau 3 : Caractéristiques des prélèvements terrain



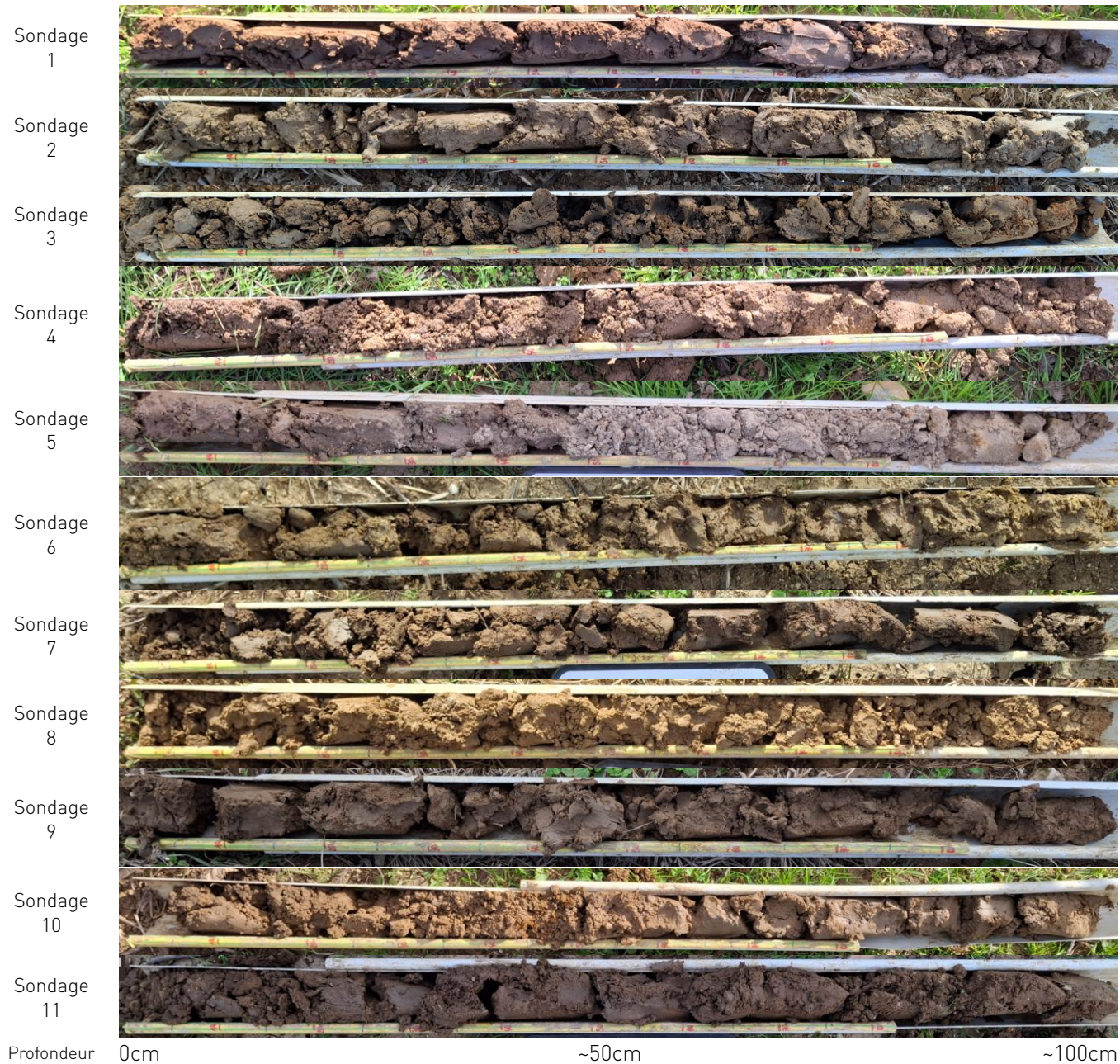


Tableau 4 : Sondages pédologiques réalisés



Figure 10 : Structure grumeleuse observée



Figure 11 : Traces d'oxydes de fer observés en profondeur

## 3.2. Carte des sols

Les sondages pédologiques ont donc permis de définir 3 UTS différentes sur la zone d'étude (

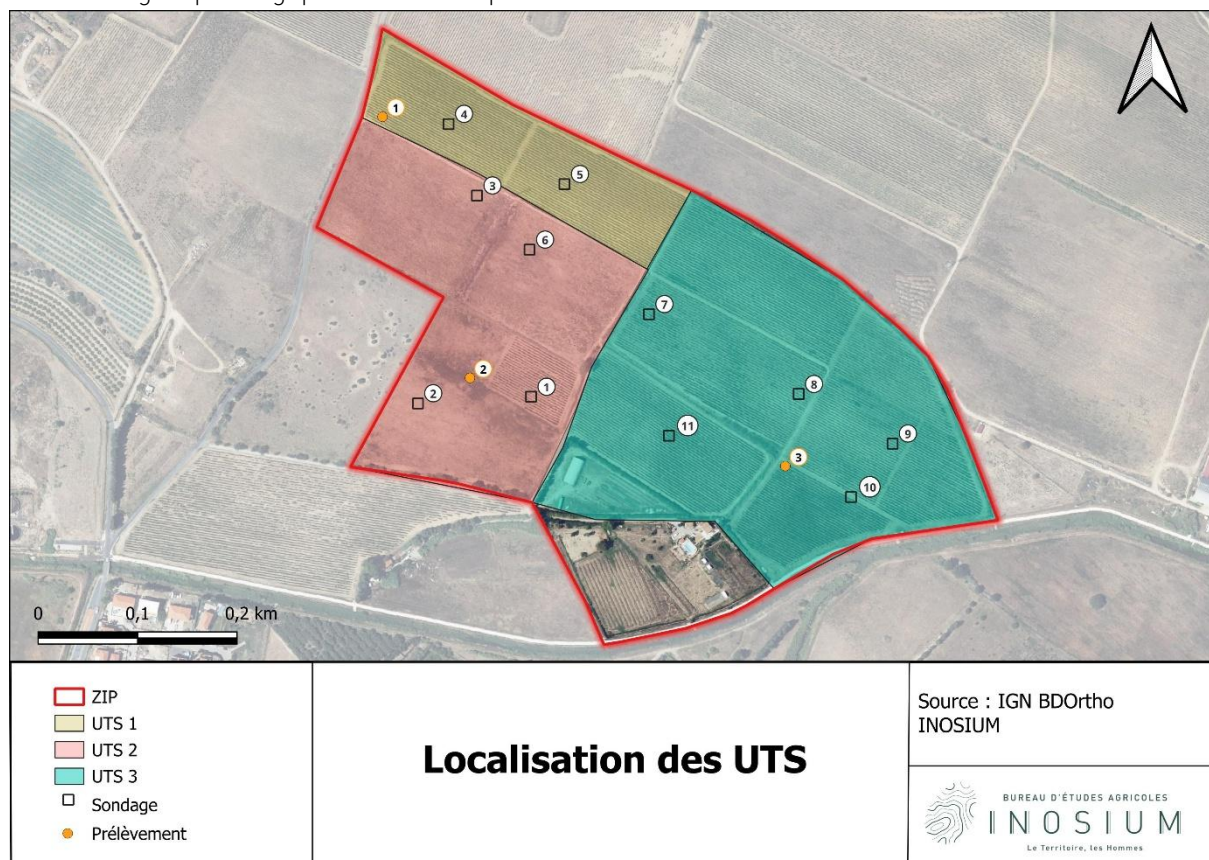


Figure 12).

- L'UTS 1 : Cette zone plus haute en altitude par rapport au reste de la ZIP, présente des **sols argilo-sableux**, lessivés et hydromorphes avec une structure grumeleuse en surface une activité biologique faible. Cet UTS présente un sol de type LUVISOL / REDUCTISOL.
- L'UTS 2 : Cette zone plus basse en altitude que la précédente présente des sols **limono-argilo-sableux**, davantage grumeuleux, lessivés et hydromorphes pour certains (traces de gley, oxydes de fer, etc). Cet UTS présente un sol de type LUVISOL.
- UTS 3 : Zone la plus basse en altitude, présente des sols **limono-argilo-sableux** avec une structure polyédrique subangulaire et une effervescence à l'HCl plus marquée. Cet UTS présente un sol de type BRUNISOL.

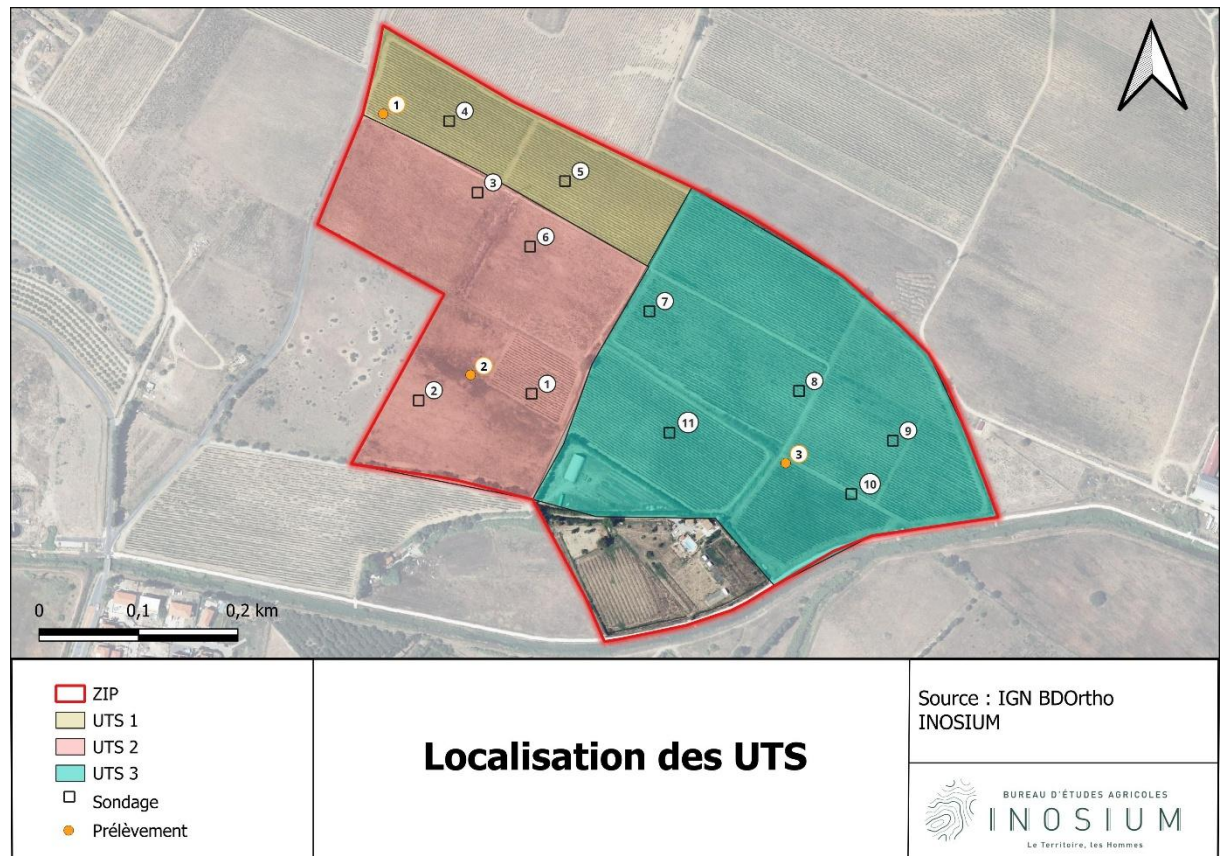


Figure 12 : Localisation des UTS, des sondages et des prélèvements réalisés

## 3.3. Analyse en laboratoire

### 3.3.1. Granulométrie

#### 3.3.1.1. Triangle de texture de surface

Les échantillons présentent des textures de surface plutôt fines, argilo-limoneuses et argilo-sableuses (Figure 13).

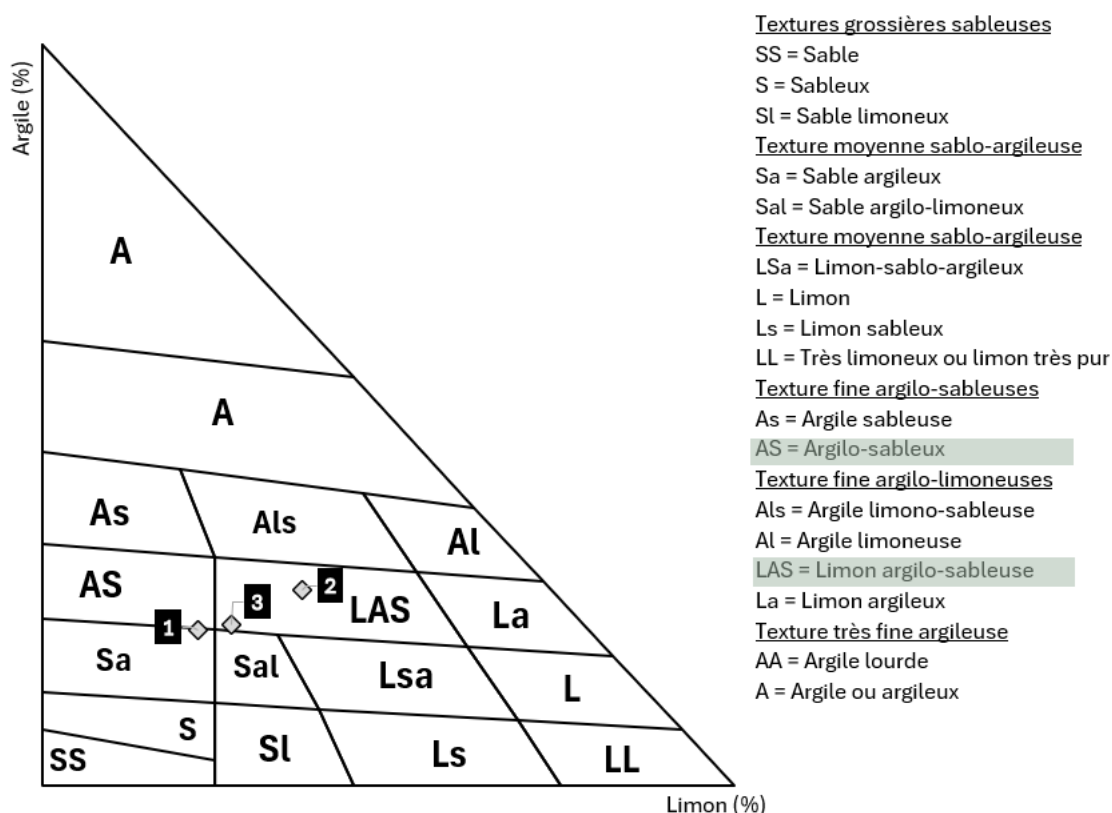


Figure 13 : Texture des échantillons

Les limons sont des particules relativement fines laissant de faibles espaces lacunaires lorsqu'ils sont tassés. Ils deviennent alors peu perméables, retiennent l'eau et s'opposent à son infiltration dans le sol. D'autre part la majorité des particules de taille limoneuse sont de charge électrique neutre (Soltner, 2011) et ne participent pas à la rétention des cations nutritifs dans le sol. Les argiles sont hydrophiles et présentent une charge électrique globalement négative qui va leur permettre de participer à la rétention des éléments nutritifs des cultures. En revanche, les argiles rétrogradent moins facilement l'eau et les éléments nutritifs aux plantes que les limons.

Les argiles ayant une forte capacité de rétention de l'eau, les sols argileux sont dits « froids » : ils se réchauffent moins vite en sortie d'hiver. En conséquence, la minéralisation de la matière organique tarde à se mettre en place et les cultures ont plus de mal à démarrer en sortie d'hiver.

Les sols de la zone d'étude présentent une texture majoritairement fine. Dans ce cas, le sol présente une aptitude faible et incertaine à moyenne à se fissurer (Figure 14 A) sa structure est assez instable (Figure 14 B) et il peut rapidement perdre sa capacité d'infiltration d'eau et a un très grand risque à devenir asphyxiant (Figure 14 C).

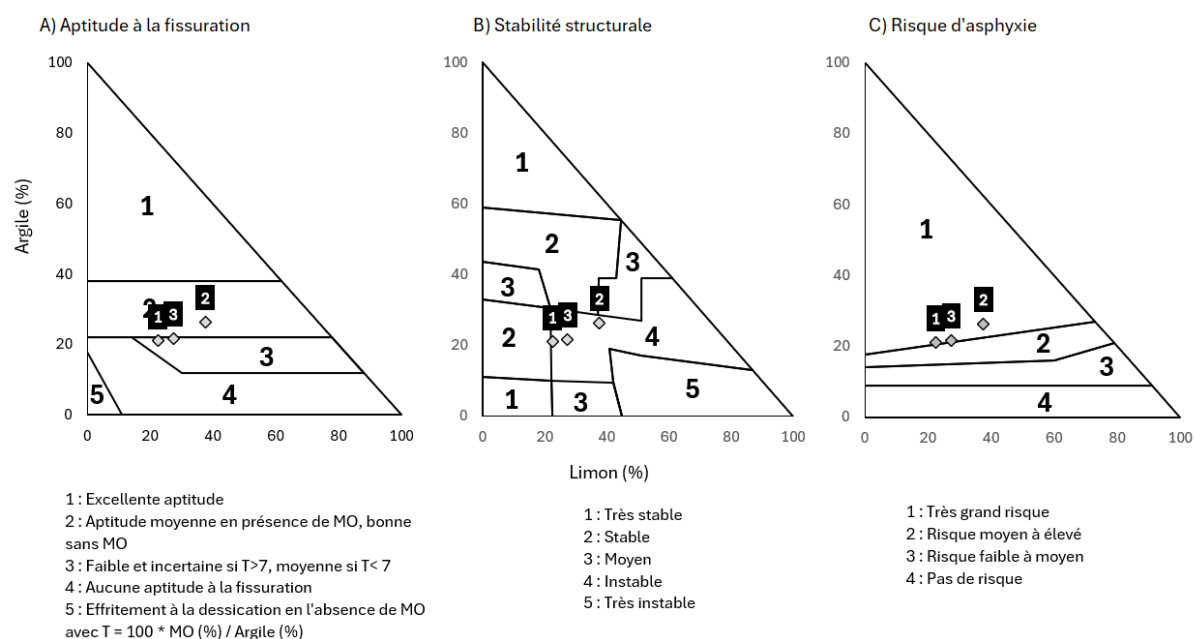


Figure 14 : Comportement possible du sol en fonction de sa texture

La granulométrie de surface présente une texture fine, qui laisse présager une bonne capacité de stockage et mise à disposition de l'eau pour les cultures. Il faut toutefois moduler cela avec la profondeur du sol. Sur la base de l'étude de leur texture, les sols de la zone d'étude présentent une aptitude naturelle faible à moyenne à la fissuration, une structure plutôt instable et une tendance à devenir asphyxiants (risque moyen à très élevé).

### 3.3.1.2. Battance

La battance désigne la dégradation de la structure du sol en surface sous l'influence des précipitations. Les particules fines de limon se détachent des agrégats de sol sous l'influence des pluies, puis se solidifient sous forme d'une croûte de battance difficile à traverser par l'eau, l'air ou les jeunes plantules qui viennent de germer. Les résultats des analyses granulométriques et de teneur en matière organique permettent d'estimer une sensibilité à la battance. Le sol est d'autant plus sensible à la battance que sa teneur en limons est plus importante. Il est de moins en moins sensible à la battance avec l'augmentation de la teneur en argile et en matière organique.

| Echantillons | Indice de battance |
|--------------|--------------------|
| 1            | 0,8                |
| 2            | 0,8                |
| 3            | 0,6                |

| Interprétation des valeurs |                   |
|----------------------------|-------------------|
| Indice de battance         | Appréciation      |
| >2,0                       | Sol très battant  |
| 2,0 > IB > 1.8             | Sol battant       |
| 1.8 > IB > 1.6             | Sol assez battant |
| 1.6 > IB > 1.4             | Sol peu battant   |
| IB < 1.4                   | Sol non battant   |

Les indices de battance des échantillons caractérisent des sols non battants.



### 3.3.1.3. Réservoir utile maximum (RUM) / Réserve facilement utile (RFU)

La croissance des plantes requière de l'eau. Cette dernière est prélevée dans le sol via les racines. Selon les caractéristiques du sol, l'eau à disposition pour les végétaux, appelé réservoir utile maximum (RUM), sera plus ou moins important. Le réservoir en eau utilisable d'un sol à texture argileuse, très fine, sera en moyenne de 1.85 mm/cm, celui d'un sol argilo-limoneux de 2 mm/cm et celui d'un sol sableux, à texture grossière, de 0.7 mm/cm de sol (Figure 15).

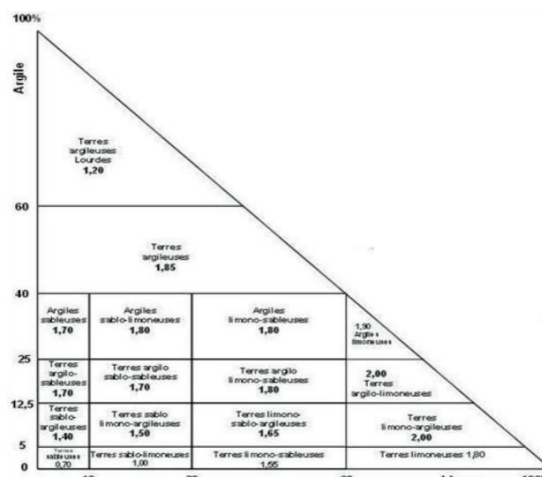


Figure 15 : Réservoir utile unitaire par cm de sol selon la texture (Chambre d'agriculture de l'Ariège, s. d.)

Le RUM d'un sol peut ainsi être estimé via la « méthode des textures » comme étant la somme du RUM de chaque horizon. Ce dernier est déterminé à partir de l'épaisseur des horizons, leur texture et la quantité d'éléments grossiers (Baize & Jabiol, 2011).

La réserve facilement utile (RFU) représente l'eau facilement mobilisable par les cultures (Chambres d'Agriculture Aquitaine, 2011). La RFU devrait tenir compte de la texture, de la profondeur d'enracinement, de la qualité de la structure du sol et de la teneur en eau. Dans un but de simplification et pour tenir compte de l'enracinement l'estimation de la RFU sera faite à partir du RUM des différents horizons modulés d'un facteur décroissant avec la profondeur. La RFU du premier horizon va être estimée à 2/3 du RUM de cet horizon, la RFU du second est estimée à 1/2 du RUM de cet horizon, la RFU du troisième horizon est estimée à 1/3 du RUM de cet horizon. La RFU totale est la somme des RFU des différents horizons.

Le RUM des sondages s'échelonne de **70 à 200 mm** soit des réservoirs en eau maximum **faibles à forts** (Tableau 5). Les valeurs de RUM ont été estimées sur les UTS 1, 2 et 3 (respectivement **98, 192 et 179 mm**, Tableau 6).

| Numéro de sondage | RUM (mm) | Interprétation RUM <sup>1</sup> | RFU (mm) |
|-------------------|----------|---------------------------------|----------|
| 1                 | 193      | Moyenne à fort                  | 129      |
| 2                 | 200      | Moyenne à fort                  | 133      |
| 3                 | 185      | Moyenne à fort                  | 123      |
| 4                 | 70       | Faible à moyen                  | 47       |
| 5                 | 127      | Moyen                           | 84       |
| 6                 | 192      | Moyenne à fort                  | 128      |
| 7                 | 185      | Moyenne à fort                  | 123      |
| 8                 | 200      | Moyenne à fort                  | 133      |
| 9                 | 200      | Moyenne à fort                  | 133      |
| 10                | 155      | Moyenne à fort                  | 103      |
| 11                | 155      | Moyenne à fort                  | 103      |

<sup>1</sup> GEPPA, 1981 cité dans Baize et Jabiol, 2011

| Numéro d'UTS de la ZIP | RUM moy | RFU moy |
|------------------------|---------|---------|
| 1                      | 98      | 66      |
| 2                      | 192     | 128     |
| 3                      | 179     | 119     |

Tableau 6 : RUM et RFU moyen par UTS de la ZIP

Tableau 5 : RUM et RFU des sondages

## 3.3.2. Analyse chimique

### 3.3.2.1. Capacité d'échange cationique

La CEC est la quantité maximum de cations que peut fixer le sol sur le complexe argilo-humique ( $H^+$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Ca^{2+}$ , ...). Ces cations peuvent passer de l'état adsorbés à la solution du sol et participer à la nutrition des plantes (calcium  $Ca^{2+}$ , potassium  $K^+$ , magnésium  $Mg^{2+}$ ). La CEC est donc souvent vue comme le « garde-manger » du sol et sa valeur permet d'estimer son importance. Le taux de saturation indique le



**SILLONS & CO**  
BY INDIUM  
Traçons l'avenir ensemble

Etude Agro-pédologique – M. HENRIC – viticulture - Bages [66670]

Janvier 2026

pourcentage de la CEC occupé par les cations utiles à la nutrition des végétaux :  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$  et  $\text{NH}_4^+$ . Lorsque la CEC n'est pas saturée, des ions qui ne participent pas à la nutrition des végétaux, par exemple  $\text{H}^+$  et  $\text{Al}^{3+}$  y sont fixés. La CEC est alors dite insaturée. Les valeurs de la CEC dépendent de la composition du sol (*quantité et type d'argile minéralogique, matière organique*) (Soltner, 2011).

La CEC des échantillons du site importante et saturée pour l'ensemble des échantillons. La réserve d'ions utile à la nutrition des végétaux est importante (Tableau 7).

| Echantillon | CEC         | K/CEC | Mg/CEC | Ca/CEC | Na/CEC | H/CEC | Taux saturation |
|-------------|-------------|-------|--------|--------|--------|-------|-----------------|
|             | en meq/100g | en %  |        |        |        |       |                 |
| 1           | 12,5        | 3,5   | 28     | 100    | 0,7    | 0     | 100             |
| 2           | 15,1        | 3,5   | 13     | 100    | 0,7    | 0     | 100             |
| 3           | 13,4        | 4,3   | 23     | 100    | 0,6    | 0     | 100             |

Interprétation de la CEC :

Faible

Moyen

Importante

Très importante

Tableau 7 : Valeur de CEC, répartition des cations échangeables et taux de saturation

La CEC des échantillons du site est moyenne à importante et est également saturée pour l'ensemble des échantillons. La réserve d'ions utile à la nutrition des végétaux est importante.

### 3.3.2.2. pH

Le pH (potentiel hydrogène) est un nombre sans unité, compris entre 0 et 14, qui caractérise le statut acido-basique du sol. Sa valeur implique des modifications des propriétés chimiques, biologiques et physiques du sol. En particulier, une valeur élevée du pH accroît la stabilité de la structure, mais diminue la disponibilité des éléments minéraux. L'occupation du sol et les objectifs de l'exploitant vont conditionner une valeur objective de pH. D'un point de vue agronomique, la prairie présente un sol en général bien structuré et protégé des facteurs de la déstructuration. Une valeur de pH comprise entre 6 et 7 est donc souhaitable visant ainsi une plage optimum de la disponibilité des nutriments.

Les échantillons présentent des valeurs de pH allant de 5,8 à 8,4 (Figure 16). Ce sont des valeurs de pH acides à basiques. À pH 5,8 il y a un risque pour l'activité microbienne du sol et notamment pour les bactéries. La biodisponibilité en azote, soufre, phosphore et bore est également réduite. À pH 7,9 et 8,4 l'absorption de la majorité des oligo-éléments (hors molybdène) est défavorisée. D'autre part, le phosphore a tendance à s'associer avec le calcium sous forme de phosphate tricalcique insoluble et non assimilable par les végétaux.

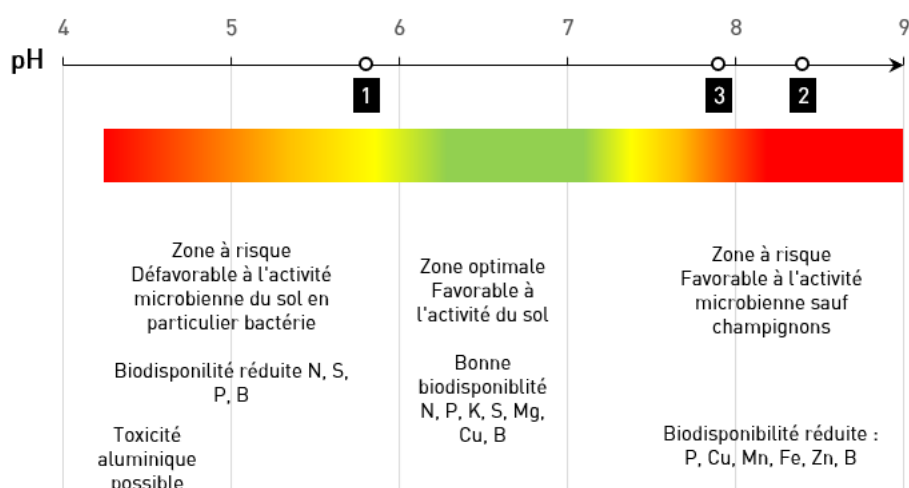


Figure 16 : pH des 3 échantillons réalisés et impacts associés

Le pH relevé présente des valeurs trop élevées ou trop faibles sur l'ensemble des échantillons entraînant des blocages des éléments nutritifs (phosphore et oligo-éléments) sous forme inaccessible aux végétaux.

### 3.3.2.3. Calcium

Le calcaire (CaCO<sub>3</sub>), présent dans la roche mère des sols de la ZIP, est une molécule dont la dissociation donne du calcium. Ce dernier est un élément qui joue un rôle important dans la nutrition des micro-organismes et des végétaux. Il joue aussi un rôle dans la stabilité de la structure. Cependant, le calcium, présent en grande quantité peut poser des problèmes agronomiques comme la chlorose ferrique (Vilain, 1997). L'indice de pouvoir chlorosant (IPC) a été calculé pour estimer le risque de chlorose.

| Echantillons | Calcaire total (%) | Calcaire actif (%) | IPC |
|--------------|--------------------|--------------------|-----|
| 1            | 0,0                | 0                  | -   |
| 2            | 4,0                | 1                  | 7   |
| 3            | 3,0                | 1                  | 4   |

Tableau 8 : Teneur en calcaire total et actif, indice de pouvoir chlorosant des échantillons

La terre peut être qualifiée de **peu chlorosante** (IPC ≤ 10 : Risque faible).

### 3.3.2.4. Matière organique

La matière organique est un des piliers de la fertilité du sol. Elles permettent d'améliorer la qualité physique du sol (structure, porosité et rétention en eau), sa qualité chimique (source d'alimentation pour les végétaux via la minéralisation et participation à la valeur de la CEC), sa qualité biologique (source d'alimentation pour les organismes du sol (Soltner, 2011)).

La directive cadre européenne propose de classer un sol comme étant en bonne santé si le rapport carbone organique du sol/ argile est supérieur à 1/13. Cependant, il existe des mécanismes particuliers de stabilisation de la matière organique qui feraient cet indicateur n'est pas applicable pour les sols alcalins (Rabot et al., 2024). L'appréciation de la teneur organique du sol peut s'interpréter en fonction de la teneur en argile ou encore de la teneur en calcaire (Rémy & Marin-Lafèche, 1974 cité dans Soltner, 2011), mais seul un abaque graphique est disponible, ne permettant pas de juger correctement du statut organique du sol. En dernier lieu, la matière organique du sol peut être évaluée à partir de la grille d'interprétation du laboratoire LANO.

| Echantillon | Matières Organiques Totales (en %) | Interprétation <sup>1</sup> |
|-------------|------------------------------------|-----------------------------|
| 1           | 1,69                               | Sol pauvre en MO            |
| 2           | 1,53                               | Sol pauvre en MO            |
| 3           | 1,92                               | Sol pauvre en MO            |

<sup>1</sup> Selon la grille d'interprétation du laboratoire LANO

Tableau 9 : Taux de matières organique des échantillons

Le rapport C/N indique l'état de maturité des matières organiques. Plus le C/N est haut plus la matière organique est stable. Ce rapport est donc vu comme un indicateur de l'activité biologique.

Le rapport C/N des échantillons est compris entre 8,5 (échantillons 2 et 3) et 10,3 (échantillon 1) (Figure 17). Leur valeur témoigne d'une bonne dynamique de la matière organique fraîche.



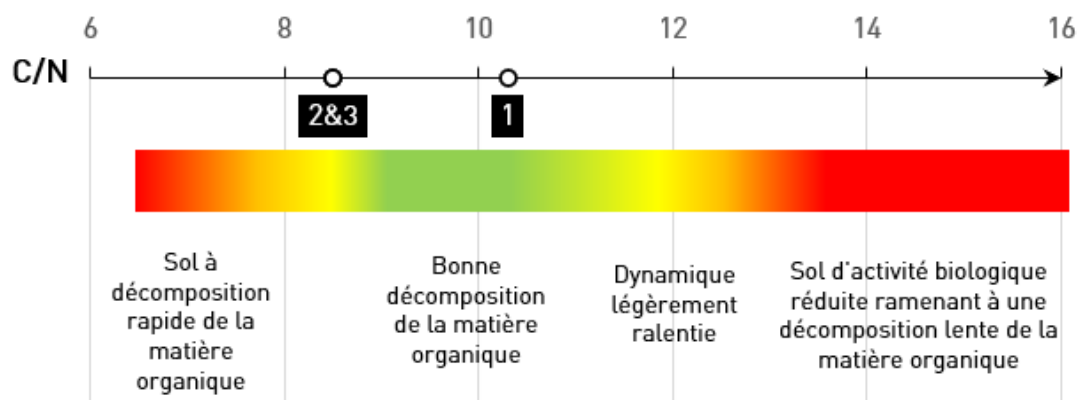


Figure 17 : Rapport C/N des échantillons

### 3.3.2.5. Éléments nutritifs majeurs

#### - Azote

L'azote est présent dans le sol essentiellement sous forme de matière organique (COMIFER, 2011). La minéralisation cette dernière aboutit pour partie, selon les conditions édaphiques, à la production de nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) qui la forme d'azote la plus assimilable par les végétaux. Cette forme est toutefois très peu retenue dans le sol et est facilement lixiviée avec l'eau des précipitations. Une carence en azote se traduit par une perte de production de matière sèche et nuit donc à la production (quantité et qualité des récoltes).

La quantité d'azote que peut apporter un sol au cours d'une année peut être estimée à partir de la teneur en azote, le poids de terre fine et le coefficient de minéralisation secondaires, données fournies par le laboratoire d'analyse.

La quantité d'azote minéralisée à partir de l'humus du sol sur le site étudié peut être estimée à 42 kgN/ha (échantillon 2), 57 kgN/ha (échantillon 1) et 67 kgN/ha (échantillon 3). Les besoins de la vigne sont modestes et se situent en moyenne autour de 20-30 kg d'azote par hectare et par an pour une charge modérée en raisins de cuve. Dans le cas d'un objectif à plus forte production (vin de table ou de pays, eaux de vie), ces besoins peuvent être doublés (*L'azote en viticulture*, s. d.).

La quantité d'azote minéralisée est bonne au sein de la ZIP.

#### - Phosphore

Le phosphore est un élément majeur de la croissance des plantes. Il intervient dans les transferts d'énergie, entre dans la composition des protéines et de l'ADN et stimule la croissance des racines. Les plantes présentent différents degrés de sensibilité à la déficience en phosphore. Le blé tendre présente une exigence faible vis-à-vis de cet élément, les graminées fourragères une exigence moyenne, le colza et la luzerne une exigence forte.

Le phosphore est principalement absorbé sous forme d'anions orthophosphates. Au champ, ces anions sont principalement adsorbés et deviennent disponibles pour l'absorption par les racines lorsque ces dernières excrètent des acides organiques (Calvet, 2003). En laboratoire, le dosage du phosphore peut se faire selon plusieurs méthodes d'extraction, la méthode Olsen est réputée pour donner la teneur la plus proche de celle disponible pour les plantes (ARVALIS, 2020). Cette dernière a donc été retenue pour le dosage du phosphore. Un grand nombre de comparaison entre teneur en phosphore et comportement des cultures a permis de proposer une correspondance opérationnelle entre les valeurs obtenues et la capacité du sol à assurer la nutrition en phosphore (COMIFER, 2019).

L'échantillon 1 présente une teneur normale en phosphate ce qui n'est pas le cas des échantillons 2 et 3 qui présentent respectivement des valeurs faibles et à surveiller (Figure 18). Cela nécessiterait une fertilisation renforcée.

| Echantillons | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (Olsen), mg/kg | Teneur souhaitable (Olsen), mg/kg |
|--------------|----------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1            | 126                                          | 112*                              |
| 2            | 44                                           |                                   |
| 3            | 86                                           |                                   |

\*Valeur théoriquement souhaitable pour le sol en fonction de nombreux paramètres

Figure 18 : Phosphore des échantillons (méthode Olsen)

#### - Potassium

Le potassium est un élément majeur nécessaire à la croissance des plantes, surtout en début de cycle (ARVALIS, 2020). Il intervient en particulier dans les mécanismes de régulation de la perte d'eau chez les plantes. Tout comme pour le phosphore, les plantes présentent différents degrés de sensibilité à la carence en potassium. Par exemple, l'orge et le tournesol présentent des exigences faibles vis-à-vis du potassium alors que la pomme de terre présente une forte exigence.

Les valeurs de potassium des échantillons permettent toutes d'envisager une impasse sur cet élément (Figure 19).

| Echantillons | K <sub>2</sub> O, mg/kg (ppm) | Remplissage de la CEC | Teneur souhaitable |
|--------------|-------------------------------|-----------------------|--------------------|
| 1            | 205                           | 3,5                   | 3 à 4% de la CEC*  |
| 2            | 251                           | 3,5                   |                    |
| 3            | 270                           | 4,3                   |                    |

\* CA PACA et al., 2012

Figure 19 : Potassium des échantillons

#### - Magnésium

Le magnésium est un élément essentiel pour les plantes en particulier pour la réalisation de la photosynthèse. Les besoins des plantes pour cet élément sont néanmoins faibles, de l'ordre de 30 kg MgO/ha. Les situations de carences pour le magnésium sont rares (ARVALIS, 2020).

Les valeurs de magnésium des échantillons permettent toutes d'envisager une impasse sur cet élément (Figure 20).

| Echantillons | MgO, mg/kg (ppm) | Remplissage de la CEC | Teneur souhaitable |
|--------------|------------------|-----------------------|--------------------|
| 1            | 710              | 28                    | 6 à 8% de la CEC*  |
| 2            | 387              | 13                    |                    |
| 3            | 617              | 23                    |                    |

\* CA PACA et al., 2012

Figure 20 : Magnésium des échantillons

Concernant la fertilité chimique, la quantité d'azote minéralisée est bonne au sein de la ZIP. Une partie de cette dernière nécessiterait une fertilisation renforcée en phosphates. Les valeurs de potassium des échantillons permettent quant à elles d'envisager une impasse sur cet élément, de même pour le magnésium.

Note : toute fertilisation devrait être raisonnée en fonction de la législation en vigueur et équilibrée pour éviter les pertes.



### 3.3.2.6. Oligo-éléments

Ce sont des éléments indispensables à la croissance des plantes, mais en faible quantité. Ils ont en général un rôle métabolique ou enzymatique (Vilain, 1997). Comme pour les éléments majeurs, les carences peuvent s'avérer plus ou moins préjudiciables selon les cultures envisagées.

La teneur en cuivre très élevée observée sur l'ensemble des prélèvements est une signature typique de parcelles viticoles traitées au cuivre (bouillie bordelaise, etc.). Or, le cuivre peut provoquer des toxicités sur la vigne, en sol acide (c'est le cas pour le prélèvement 1) ([Fiche oligoéléments, s. d.]. La stratégie phytosanitaire serait ainsi à adapter (limiter les apports supplémentaires, réfléchir aux alternatives, surveiller la vie du sol).

Le **bore** est un élément important pour la floraison, la nouaison, la fertilité de la vigne. Les niveaux très faibles sur les prélèvements 2 et 3 suggèrent un risque de carence, surtout sur 3 si les conditions deviennent limitantes (stress hydrique, sols filtrants, etc.). Un diagnostic foliaire pourrait ainsi être réalisé pour surveiller cet élément suivi d'un apport raisonné en bore (en restant très prudent sur les doses).

Les oligo-éléments ne sont pas limitants partout, mais le couple "teneur en Cuivre trop élevée / Bore trop faible" sur certaines parcelles peut impacter la vigueur, la fertilité et la production. **Sachant que la parcelle sera replantée, il faudra s'assurer que les différentes teneurs en oligo-éléments soient rééquilibrées sur l'ensemble de la zone.**

|           | Echantillons |             |             |
|-----------|--------------|-------------|-------------|
|           | 1            | 2           | 3           |
| Fer       | Normal       | Faible      | Normal      |
| Cuivre    | Très élevé   | Très élevé  | Très élevé  |
| Zinc      | Normal       | Normal      | Normal      |
| Manganèse | Normal       | Normal      | Normal      |
| Bore      | Normal       | Très faible | Très faible |

Tableau 10 : Appréciation de la teneur en oligo-éléments des échantillons d'après le laboratoire TEYSSIER



## 4.SYNTHESE

---

Les caractéristiques issues des sondages et des analyses de laboratoire ont été extrapolées à l'ensemble des UTS identifiées sur la ZIP afin d'en proposer une lecture synthétique. Une certaine variabilité interne demeure néanmoins possible, notamment en lien avec les contrastes topographiques et hydriques observés.

Les sols de la ZIP présentent majoritairement des textures fines (limono-argileuses à argilo-sableuses) et des pH parfois trop acides ou trop basiques, pouvant entraîner des blocages de nutriments, en particulier du phosphore et de plusieurs oligo-éléments. Les teneurs en cuivre très élevées sur les zones cultivées témoignent d'un historique viticole marqué, tandis que les teneurs très faibles en bore sur certaines zones peuvent limiter la fertilité de la vigne. La minéralisation de l'humus fournit des quantités d'azote suffisantes pour couvrir les besoins de la vigne.

La ZIP se structure ainsi en trois ensembles distincts :

- L'UTS 1, regroupe des **Luvisols/reductisols** à texture **argilo-sableuse**, à structure compacte, instable et avec une activité biologique faible. Le RUM théorique est le plus faible de la zone.
- L'UTS 2 regroupe quant à elle des **Luvisols** à texture **argilo-limono-sableuse**, hydromorphes, à structure compacte et activité biologique faible. Leur drainage limité, la présence de gley et la variabilité hydrique importante réduisent fortement leur potentiel agronomique, malgré un RUM théorique qui y est le plus élevé.
- Enfin, l'UTS 3 regroupe **Brunisols** à texture **argilo-limono-sableuse**, globalement sains mais sensibles au tassement. Leur profondeur et leur RUM importantes confèrent un potentiel agronomique intéressant, sous réserve de maîtriser les risques d'asphyxie temporaire et de compaction.

Dans l'ensemble, la ZIP présente donc un potentiel agronomique contrasté, dépendant fortement de la profondeur utile, de l'hydromorphie et du statut chimique des sols. Les contraintes identifiées peuvent être partiellement compensées par des pratiques adaptées (gestion du cuivre, apport raisonné en bore, maintien de la structure, couverture végétale limitant la battance et l'érosion).



|                               | UTS 1 : LUVISOLS / REDUCTISOLS<br>Echantillon 1, sondages 4 et 5 | UTS 2 : LUVISOLS<br>Echantillon 2, sondages 1, 2, 3 et 6 | UTS 3 : BRUNISOLS<br>Echantillon 3, sondages 7, 8, 9, 10 et 11 |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Topographie                   | Pentes faibles à modérées, peu de risques d'érosion              |                                                          |                                                                |
| Roche-mère                    | Marnes sableuses                                                 |                                                          |                                                                |
| Fertilité physique            |                                                                  |                                                          |                                                                |
| Battance                      | Non battant                                                      |                                                          |                                                                |
| Charge caillouteuse           | Peu d'éléments grossiers                                         |                                                          |                                                                |
| RUM                           | Globalement forte                                                |                                                          |                                                                |
| Drainage de l'eau             | Faible                                                           |                                                          |                                                                |
| Fertilité biologique          |                                                                  |                                                          |                                                                |
| Macrofaune en surface         | Peu observée                                                     | Peu observée                                             | Indice de présence de vers de terre                            |
| Matière organique             | Faible                                                           |                                                          |                                                                |
| Rapport C/N                   | Bonne dynamique                                                  |                                                          |                                                                |
| Fertilité chimique            |                                                                  |                                                          |                                                                |
| CEC et taux de saturation     | Importante et saturée                                            |                                                          |                                                                |
| pH                            | Valeur trop basique (2 et 3) et trop acide (1)                   |                                                          |                                                                |
| Eléments fertilisants majeurs |                                                                  |                                                          |                                                                |
| Azote (pour une prairie)      | Satisfaisant                                                     | Satisfaisant                                             | Satisfaisant                                                   |
| Phosphore                     | Satisfaisant                                                     | Insatisfaisant                                           | Correct mais à surveiller                                      |
| Potassium                     | Satisfaisant                                                     | Satisfaisant                                             | Satisfaisant                                                   |
| Magnésium                     | Satisfaisant                                                     | Satisfaisant                                             | Satisfaisant                                                   |
| Oligo-éléments                |                                                                  |                                                          |                                                                |
| Fer                           | Satisfaisant                                                     | Correct mais à surveiller                                | Satisfaisant                                                   |
| Cuivre                        | Trop élevée                                                      | Trop élevée                                              | Trop élevée                                                    |
| Zinc                          | Correct mais à surveiller                                        | Satisfaisant                                             | Satisfaisant                                                   |
| Manganèse                     | Satisfaisant                                                     | Satisfaisant                                             | Satisfaisant                                                   |
| Bore                          | Satisfaisant                                                     | Insatisfaisant                                           | Insatisfaisant                                                 |

Figure 21 : Tableau récapitulatif globale de l'étude

## 5. CONCLUSION DE L'ETUDE

---

L'étude de sol a permis de distinguer deux ensembles pédologiques aux potentiels agronomiques contrastés sur la zone d'étude.

- L'UTS 1, regroupant des Luvisols et Réductisols, montre des contraintes plus marquées : structure compacte, hydromorphie fréquente, activité biologique faible – texture argilo-sableuse.
- L'UTS 2, regroupant des Luvisols, structure compacte, hydromorphie fréquente, activité biologique faible – texture argilo-sablo-limoneuse.
- L'UTS 3, regroupant des Brunisols limoneux à tendance argileuse, présente un fonctionnement globalement favorable.

Les analyses chimiques confirment un contexte contrasté :

- une minéralisation de l'humus suffisante pour couvrir les besoins de la vigne,
- des pH parfois trop acides ou trop basiques pouvant entraîner des blocages en phosphore et oligo-éléments,
- des teneurs en cuivre très élevées sur les zones cultivées en vignes,
- des teneurs en bore très faibles sur certaines zones, pouvant limiter la fertilité de la vigne.

Concernant les UTS 1 et 2, la présence d'hydromorphie et de sols compactés justifie le maintien d'un couvert végétal permanent afin de limiter les risques de ruissellement et de dégradation structurelle.

En conclusion, le projet agrivoltaïque s'inscrit de manière pertinente dans cette typologie de sols. Il conviendra toutefois de porter une attention particulière à la gestion de l'eau notamment sur les zones hydromorphes. Le maintien d'un couvert végétal permanent, l'augmentation du taux de matière organique, constituent des leviers essentiels pour réduire les risques d'érosion et assurer la durabilité du système.



# 3 Annexes : Résultats des analyses de sol



Laboratoire agréé par le Ministère de l'Agriculture



ANALYSE de TERRE  
Vos résultats & conseils

Numéro d'Analyse **2601166**

du type **T1G4BNCEC**  
Echantillon reçu le **14/01/2026**  
Edition du **26/01/2026**

Parcelle **M. Henri 1**

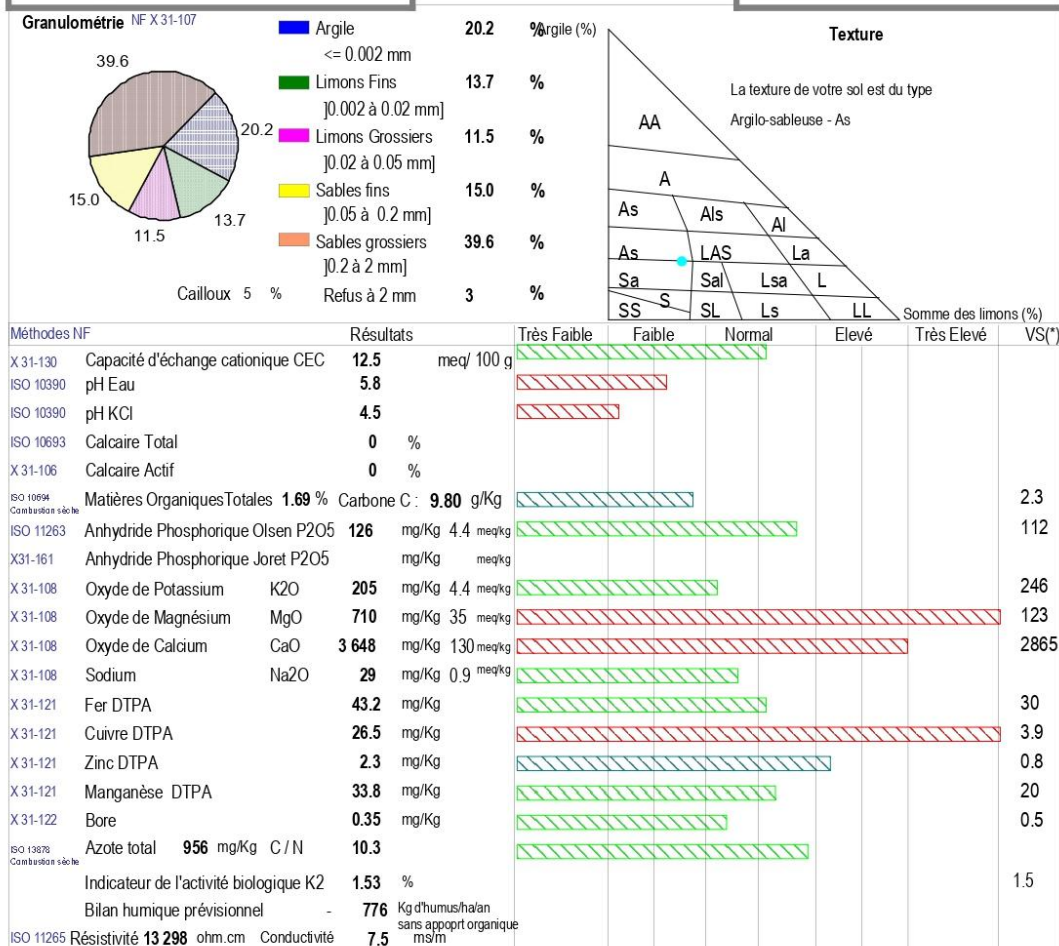
Surface Ha Précédent  
Culture en place **Vigne**

Culture prévue

Exploitant **xavier.riveau@gmail.com**  
**INOSIUM**  
**143 Chemin des Giraudières**  
**42170 SAINT JUST SAINT RAMBERT**

Conseiller

Destinataire  
**INOSIUM**  
**143 Chemin des Giraudières**  
**42170 SAINT JUST SAINT RAMBERT**



**INDICE DE POUVOIR CHLOROSANT IPC :**  
Certains de ces éléments peuvent poser problèmes, actions si possible  
Éléments plus ou moins corrects, à surveiller ou à améliorer si possible  
Éléments se situant à un bon niveau pour ce type de sol, à préserver

(\*) VS = Valeurs théoriquement souhaitables pour votre sol, fonction de nombreux paramètres, elles sont à prendre avec réserve et prudence.

E. Tariot

LABORATOIRE D'ANALYSES AGRICOLES TEYSSIER | ROUTE DES JUNCHAS 26460 BOURDEAUX | TEL. 04 75 53 31 43  
info@laboratoire-teyssier.com | www.laboratoire-teyssier.com



**SILLONS & CO**  
BY INOSIUM  
Traçons l'avenir ensemble

Etude Agro-pédologique – M. HENRIC – viticulture - Bages (66670)  
Janvier 2026

# DONNEES AGRONOMIQUES

Parcelle

**M. Henri 1**

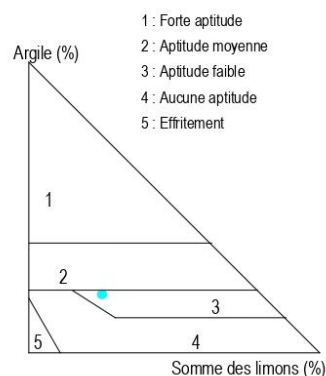
N° Analyse **2601166**

Les déterminations sont effectuées sur la fraction de terre de granulométrie  $\leq 2$  mm. Les résultats sont exprimés par rapport à cette même fraction.

Les interprétations et les calculs sont valables pour la tranche de terre prélevée, soit 30 cm

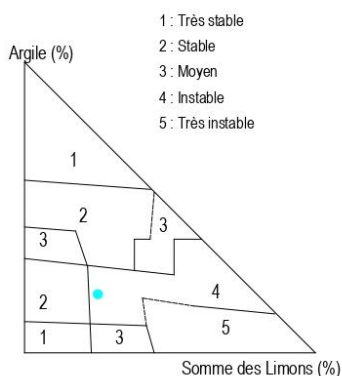
Il est tenu compte du pourcentage de cailloux estimé sur champ quand il est indiqué, soit 5 %

## Aptitude à la fissuration

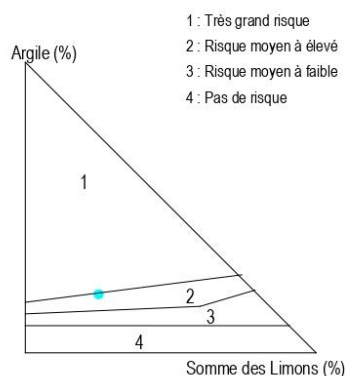


Votre sol se situe au point

## Stabilité structurale



## Risque d'asphyxie



## Réaction du sol

Sol acide

Réaction très faible pour ce type de sol

## Niveau calcaire

Terre non calcaire

et non chlorosante

Quantité théoriquement nécessaire pour amener votre sol à un niveau :  
en Unité ou Kg d'élément / Ha

Les quantités ne sont pas les quantités à apporter à votre sol, elles donnent une idée du déficit pour l'élément considéré et pour l'horizon prélevé.

|             | Minimum | Optimum | Moyen |
|-------------|---------|---------|-------|
| <b>P2O5</b> | 0       | 0       | 0     |
| <b>K2O</b>  | 43      | 160     | 102   |
| <b>MgO</b>  | 0       | 0       | 0     |

## Données Calculées

|                                                     |      |                 |
|-----------------------------------------------------|------|-----------------|
| 1 - Equilibre K2O/MgO :                             | 0.3  |                 |
| 2 - Poids de terre fin /Ha pour l'horizon prélevé : | 3912 | tonnes          |
| 3 - Coefficient de rétrogradation P2O5 :            | 1.4  |                 |
| 4 - Coefficient de Fixation K2O :                   | 1.5  |                 |
| 5 - Pertes par lessivage K2O :                      | 23   | Kg / Ha / an    |
| 6 - Indice de battance :                            | 0.8  | Sol non battant |
| 7 - Caractéristiques hydriques :                    |      |                 |
| Capacité de rétention en eau CR :                   | 19   | %               |
| Réserve Utilisable RU :                             | 372  | m3 / Ha         |
| Réserve Facilement Utilisable RFU :                 | 223  | m3 / Ha         |

|    |       |          |
|----|-------|----------|
| K  | 0.44  | meq/100g |
| Mg | 3.52  | meq/100g |
| Ca | 13.01 | meq/100g |
| Na | 0.09  | meq/100g |

## Rapports entre cations :

|         |     |              |
|---------|-----|--------------|
| K/Mg :  | 0.1 | faible       |
| Ca/Mg : | 4   | Satisfaisant |

## Appréciation du taux de saturation du complexe :

Taux de saturation : 100 % Saturé

Répartition des cations échangeables en % de la CEC :

|          |       |              |
|----------|-------|--------------|
| K/CEC :  | 3.5 % | Satisfaisant |
| Mg/CEC : | 28 %  | Elevé        |
| Ca/CEC : | 100 % | Elevé        |
| Na/CEC : | 0.7 % | Satisfaisant |

|                                                |  |      |
|------------------------------------------------|--|------|
| Matière sèche en %:                            |  |      |
| Masse volumique NF EN 12580 en g /Litre        |  | t/m3 |
| Capacité de rétention en eau NF ISO 11274 en % |  |      |

LABORATOIRE D'ANALYSES AGRICOLES TEYSSIER | ROUTE DES JUNCHAS 26460 BOURDEAUX | TEL. 04 75 53 31 43  
info@laboratoire-teyssier.com | www.laboratoire-teyssier.com



**SILLONS & CO**  
BY INDSIUM  
Traçons l'avenir ensemble

Etude Agro-pédologique – M. HENRIC – viticulture - Bages (66670)  
Janvier 2026



**Parcelle**

**M. Henri 2**

Surface Ha

Précédent

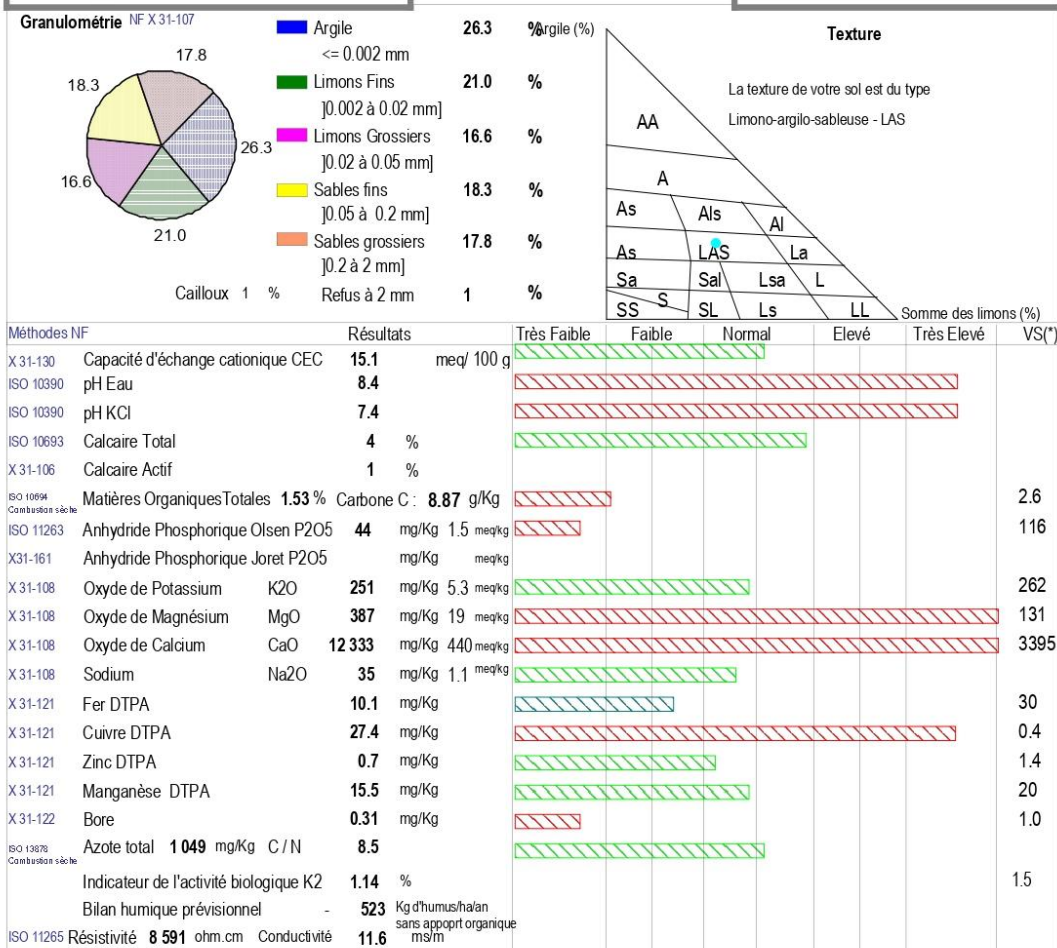
Culture en place **Vigne**

Culture prévue

Exploitant **xavier.riveau@gmail.com**  
**INOSIUM**  
143 Chemin des Giraudières  
42170 SAINT JUST SAINT RAMBERT

Conseiller

Destinataire  
**INOSIUM**  
143 Chemin des Giraudières  
42170 SAINT JUST SAINT RAMBERT



**INDICE DE POUVOIR CHLOROSANT IPC = 7**  
Certains de ces éléments peuvent poser problèmes, actions si possible  
Eléments plus ou moins corrects, à surveiller ou à améliorer si possible  
Eléments se situant à un bon niveau pour ce type de sol, à préserver

(\*)VS = Valeurs théoriquement souhaitables pour votre sol, fonction de nombreux paramètres, elles sont à prendre avec réserve et prudence.

E. Tariot

# DONNEES AGRONOMIQUES

Parcelle

**M. Henri 2**

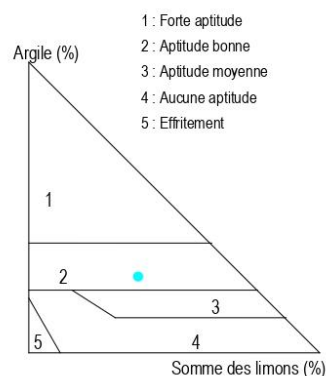
N° Analyse **2601167**

Les déterminations sont effectuées sur la fraction de terre de granulométrie  $\leq 2$  mm. Les résultats sont exprimés par rapport à cette même fraction.

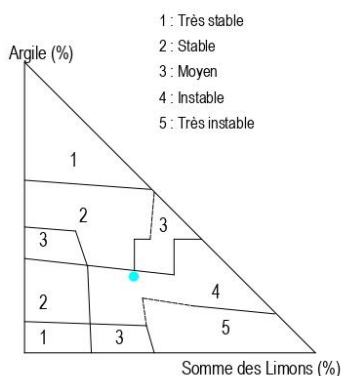
Les interprétations et les calculs sont valables pour la tranche de terre prélevée, soit 30 cm

Il est tenu compte du pourcentage de cailloux estimé sur champ quand il est indiqué, soit 1 %

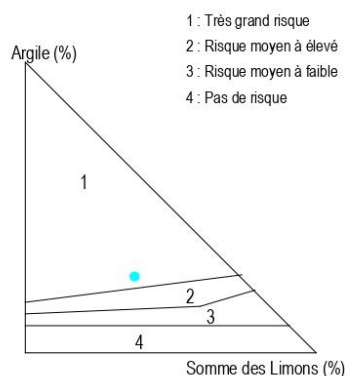
## Aptitude à la fissuration



## Stabilité structurale



## Risque d'asphyxie



Votre sol se situe au point

## Réaction du sol

Sol très alcalin

Réaction très élevée pour ce type de sol

## Niveau calcaire

Terre très légèrement calcaire

et non chlorosante

Quantité théoriquement nécessaire pour amener votre sol à un niveau :  
en Unité ou Kg d'élément / Ha

Les quantités ne sont pas les quantités à apporter à votre sol, elles donnent une idée du déficit pour l'élément considéré et pour l'horizon prélevé.

|             | Minimum | Optimum | Moyen |
|-------------|---------|---------|-------|
| <b>P2O5</b> | 196     | 252     | 224   |
| <b>K2O</b>  | 0       | 38      | 19    |
| <b>MgO</b>  | 0       | 0       | 0     |

## Données Calculées

|                                                     |      |                 |
|-----------------------------------------------------|------|-----------------|
| 1 - Equilibre K2O/MgO :                             | 0.6  |                 |
| 2 - Poids de terre fin /Ha pour l'horizon prélevé : | 3495 | tonnes          |
| 3 - Coefficient de rétrogradation P2O5 :            | 1.4  |                 |
| 4 - Coefficient de Fixation K2O :                   | 1.7  |                 |
| 5 - Pertes par lessivage K2O :                      | 10   | Kg / Ha / an    |
| 6 - Indice de battance :                            | 0.8  | Sol non battant |
| 7 - Caractéristiques hydriques :                    |      |                 |
| Capacité de rétention en eau CR :                   | 21   | %               |
| Réserve Utilisable RU :                             | 367  | m3 / Ha         |
| Réserve Facilement Utilisable RFU :                 | 220  | m3 / Ha         |

|    |       |          |
|----|-------|----------|
| K  | 0.53  | meq/100g |
| Mg | 1.92  | meq/100g |
| Ca | 43.99 | meq/100g |
| Na | 0.11  | meq/100g |

## Rapports entre cations :

|         |     |        |
|---------|-----|--------|
| K/Mg :  | 0.3 | faible |
| Ca/Mg : | 23  | Elevé  |

## Appréciation du taux de saturation du complexe :

Taux de saturation : 100 % Saturé

Répartition des cations échangeables en % de la CEC :

|          |       |              |
|----------|-------|--------------|
| K/CEC :  | 3.5 % | Satisfaisant |
| Mg/CEC : | 13 %  | Elevé        |
| Ca/CEC : | 100 % | Elevé        |
| Na/CEC : | 0.7 % | Satisfaisant |

|                                                |  |      |
|------------------------------------------------|--|------|
| Matière sèche en %:                            |  |      |
| Masse volumique NF EN 12580 en g /Litre        |  | t/m3 |
| Capacité de rétention en eau NF ISO 11274 en % |  |      |

LABORATOIRE D'ANALYSES AGRICOLES TEYSSIER | ROUTE DES JUNCHAS 26460 BOURDEAUX | TEL. 04 75 53 31 43  
info@laboratoire-teyssier.com | www.laboratoire-teyssier.com



**SILLONS & CO**  
BY INDIUM  
Traçons l'avenir ensemble

Etude Agro-pédologique – M. HENRIC – viticulture - Bages [66670]  
Janvier 2026



**Parcelle**

**M. Henri 3**

Surface

Ha

Précédent

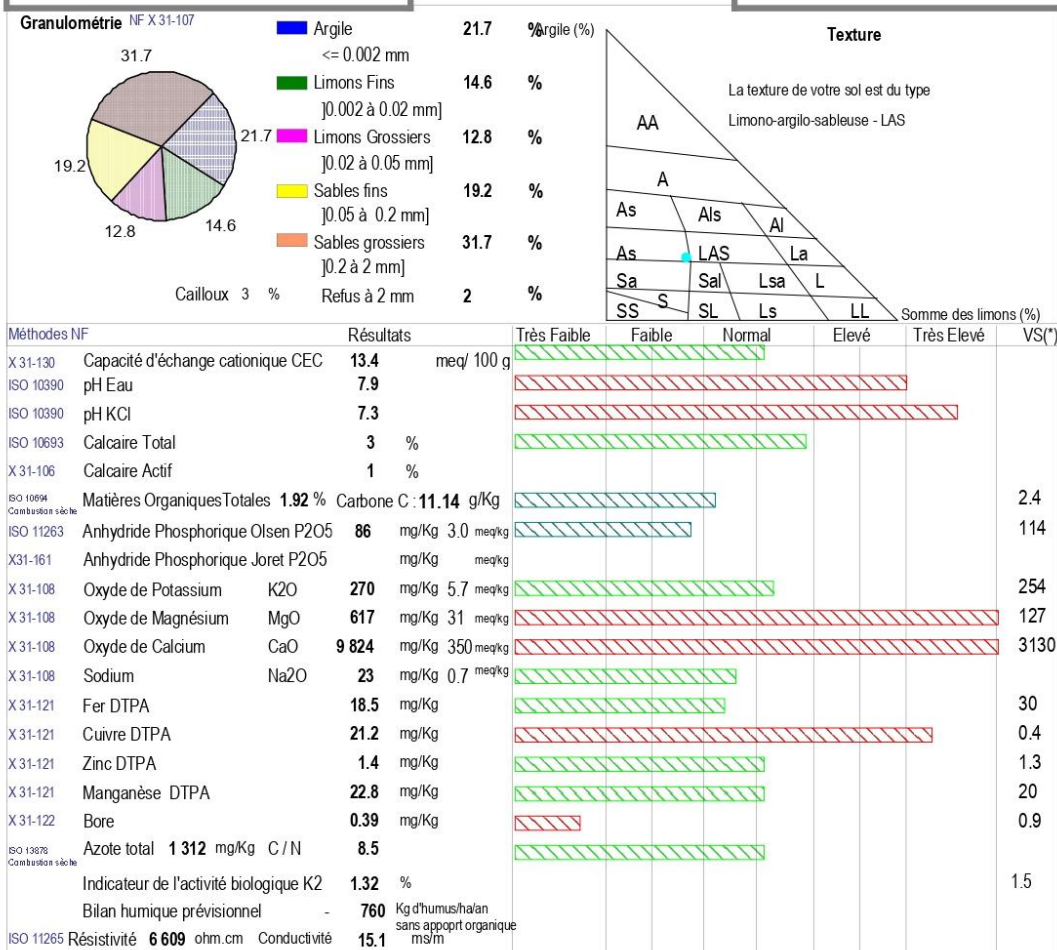
Culture en place **Vigne**

Culture prévue

Exploitant **xavier.riveau@gmail.com**  
**INOSIUM**  
143 Chemin des Giraudières  
42170 SAINT JUST SAINT RAMBERT

Conseiller

Destinataire  
**INOSIUM**  
143 Chemin des Giraudières  
42170 SAINT JUST SAINT RAMBERT



**INDICE DE POUVOIR CHLOROSANT IPC = 4**  
Certains de ces éléments peuvent poser problèmes, actions si possible  
Eléments plus ou moins corrects, à surveiller ou à améliorer si possible  
Eléments se situant à un bon niveau pour ce type de sol, à préserver

(\*)VS = Valeurs théoriquement souhaitables pour votre sol, fonction de nombreux paramètres, elles sont à prendre avec réserve et prudence.

E. Tariot

# DONNEES AGRONOMIQUES

Parcelle

**M. Henri 3**

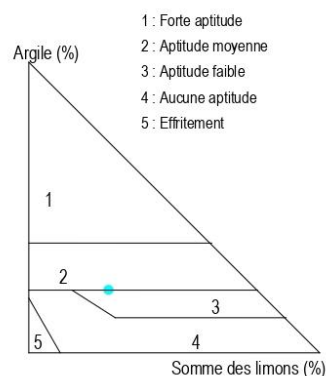
N° Analyse **2601168**

Les déterminations sont effectuées sur la fraction de terre de granulométrie  $\leq 2$  mm. Les résultats sont exprimés par rapport à cette même fraction.

Les interprétations et les calculs sont valables pour la tranche de terre prélevée, soit 30 cm

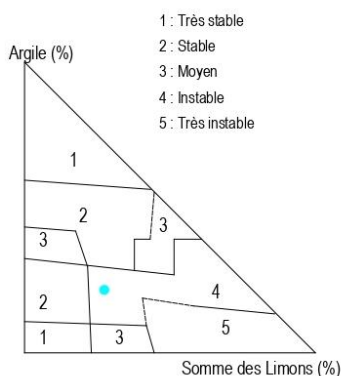
Il est tenu compte du pourcentage de cailloux estimé sur champ quand il est indiqué, soit 3 %

## Aptitude à la fissuration

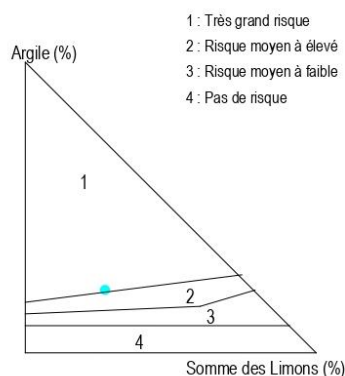


Votre sol se situe au point

## Stabilité structurale



## Risque d'asphyxie



## Réaction du sol

Sol très alcalin

Réaction très élevée pour ce type de sol

## Niveau calcaire

Terre très légèrement calcaire

et non chlorosante

Quantité théoriquement nécessaire pour amener votre sol à un niveau :  
en Unité ou Kg d'élément / Ha

Les quantités ne sont pas les quantités à apporter à votre sol, elles donnent une idée du déficit pour l'élément considéré et pour l'horizon prélevé.

|             | Minimum | Optimum | Moyen |
|-------------|---------|---------|-------|
| <b>P2O5</b> | 47      | 110     | 78    |
| <b>K2O</b>  | 0       | 0       | 0     |
| <b>MgO</b>  | 0       | 0       | 0     |

## Données Calculées

|                                                     |      |                 |
|-----------------------------------------------------|------|-----------------|
| 1 - Equilibre K2O/MgO :                             | 0.4  |                 |
| 2 - Poids de terre fin /Ha pour l'horizon prélevé : | 3880 | tonnes          |
| 3 - Coefficient de rétrogradation P2O5 :            | 1.3  |                 |
| 4 - Coefficient de Fixation K2O :                   | 1.6  |                 |
| 5 - Pertes par lessivage K2O :                      | 19   | Kg / Ha / an    |
| 6 - Indice de battance :                            | 0.6  | Sol non battant |
| 7 - Caractéristiques hydriques :                    |      |                 |
| Capacité de rétention en eau CR :                   | 20   | %               |
| Réserve Utilisable RU :                             | 388  | m3 / Ha         |
| Réserve Facilement Utilisable RFU :                 | 233  | m3 / Ha         |

|    |       |          |
|----|-------|----------|
| K  | 0.57  | meq/100g |
| Mg | 3.06  | meq/100g |
| Ca | 35.04 | meq/100g |
| Na | 0.07  | meq/100g |

## Rapports entre cations :

|         |     |        |
|---------|-----|--------|
| K/Mg :  | 0.2 | faible |
| Ca/Mg : | 11  | Elevé  |

## Appréciation du taux de saturation du complexe :

Taux de saturation : 100 % Saturé

Répartition des cations échangeables en % de la CEC :

|          |       |              |
|----------|-------|--------------|
| K/CEC :  | 4.3 % | Satisfaisant |
| Mg/CEC : | 23 %  | Elevé        |
| Ca/CEC : | 100 % | Elevé        |
| Na/CEC : | 0.6 % | Satisfaisant |

|                                                |  |      |
|------------------------------------------------|--|------|
| Matière sèche en %:                            |  |      |
| Masse volumique NF EN 12580 en g /Litre        |  | t/m3 |
| Capacité de rétention en eau NF ISO 11274 en % |  |      |

LABORATOIRE D'ANALYSES AGRICOLES TEYSSIER | ROUTE DES JUNCHAS 26460 BOURDEAUX | TEL. 04 75 53 31 43  
info@laboratoire-teyssier.com | www.laboratoire-teyssier.com



**SILLONS & CO**  
BY INDSIUM  
Traçons l'avenir ensemble

Etude Agro-pédologique – M. HENRIC – viticulture - Bages (66670)  
Janvier 2026

## 4 Bibliographie

---

- Agreste. (2025). *Fourrage et prairies, séries longues* [Jeu de données].  
<https://www.agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/>
- ARVALIS. (2020). *Interprétation de l'analyse de terre pour les grandes cultures et les prairies temporaires*  
*Guide pratique* (ARVALIS).
- Baize, D., & Jabiol, B. (2011). *Guide pour la description des sols* (Quae).
- Calvet, R. (2003). *Le Sol Propriété et fonctions Tome 2 Phénomènes physiques et chimiques Applications*  
*agronomiques et environnementales* (France Agricole).
- Chambres d'Agriculture Aquitaine. (2011). *Bilan hydrique : Mode d'emploi*.
- COMIFER. (2019). *La fertilisation P-K-Mg* (COMIFER).
- Fiche oligoéléments*. (s. d.). Consulté 2 février 2026, à l'adresse [https://www.vignevin.com/wp-content/uploads/2019/03/Fich6\\_oligoElements.pdf](https://www.vignevin.com/wp-content/uploads/2019/03/Fich6_oligoElements.pdf)
- GEPPA. (1981). *Synthèse des travaux de la commission de « cartographie » 1970—1981. Groupe d'étude des*  
*problèmes de pédologie appliquée* (p. 20) [Document photocopie].
- GUILBAUD, R. (2025). *PROJET DE DEVELOPPEMENT AGRICOLE Projet de construction d'ombrières*  
*photovoltaïques pour vignes dans les Pyrénées-Orientales, à BAGES (66670)*.
- L'azote en viticulture*. (s. d.). Institut Français de la Vigne et du Vin. Consulté 2 février 2026, à l'adresse  
<https://www.vignevin.com/publications/fiches-pratiques/lazote-en-viticulture/>
- Lemercier, B., Laroche, B., Armand, R., Chafchafi, A., Détriché, S., Ducommun, C., Jalabert, S., &  
Lehmann, S. (2017). *Guide d'utilisation des bases de données sol pour la production de cartes*  
*thématiques* (p. 112) [RMT Sol&Territoire]. AgroCampusOuest, INRA, UniLaSalle, Chambre  
d'Agriculture Auvergne- Rhône-Alpes, ISA.
- PORTEILS, V. (2025). *ETUDE PREALABLE AGRICOLE : Projet d'ombrières agricoles photovoltaïques pilotées*  
*sur vignes*.
- Rabot, E., Saby, N. P. A., Martin, M. P., Barré, P., Chenu, C., Cousin, I., Arrouays, D., Angers, D., & Bispo,  
A. (2024). Relevance of the organic carbon to clay ratio as a national soil health indicator.  
*Geoderma*, 443, 116829. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2024.116829>



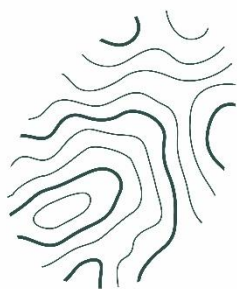
- Rémy, J. C., & Marin-Laflèche, A. (1974). L'analyse de terre : Réalisation d'un programme d'interprétation automatique. *Ann. agron.*, 25(4), 607-632.
- Rivière, J. M., Tico, S., & Dupont, C. (1992). *Méthode tarière. Massif armoricain. Caractérisation des sols* (p. 20). Chambre régionale d'agriculture de Bretagne, Institut Nationale de la Recherche Agronomique.
- Soltner, D. (2011). *Les bases de la production végétale Tome 1 Le sol et son amélioration*.
- Vilain, M. (1997). *La production végétale La maîtrise de la production* (Lavoisier Tech&Doc, Vol. 2).
- Gis Sol (2011) - L'état des sols de France. Groupement d'intérêt scientifique sur les sols, 188p. [http://www.gissol.fr/rapports/Rapport\\_HD.pdf](http://www.gissol.fr/rapports/Rapport_HD.pdf)
- Girard M.C., Schvartz C., Jabiol B. (2011) - Etude des sols. Description, cartographie, utilisation. Editions Dunod (Paris, France), 404 p

## 5 Webographie

---

- AFES : <http://www.afes.fr/>
- Applicasol : <https://www.gissol.fr/outils/applicasol-342>
- GisSol : <http://www.gissol.fr/>
- Refersols : <https://www.gissol.fr/outils/refersols-340>
- Repedo : <https://www.gissol.fr/outils/repedo-338>
- Sols et territoires : [https://sols-et-territoires.org/fileadmin/user\\_upload/documents/publications-marquantes/Guide\\_RMT\\_BD\\_Web.pdf](https://sols-et-territoires.org/fileadmin/user_upload/documents/publications-marquantes/Guide_RMT_BD_Web.pdf)
- MeteoBlue <https://www.meteoblue.com/fr>





# SILLONS & CO

BY INOSIUM

*Traçons l'avenir ensemble*



VOTRE  
CONTACT

Xavier Riveau  
@ [xavier.riveau@inosium.com](mailto:xavier.riveau@inosium.com)  
06.87.47.19.88  
[www.inosium.com](http://www.inosium.com)



Mentions légales :

INOSIUM - SASU au capital de 1 000 € - 944 215 664 R.C.S. Saint-Étienne - SIRET : 944 215 664 00011 Code APE : 74.90B  
TVA intracommunautaire : FR42944215664 - Siège social : 143 chemin des Giraudieres 42170 S'-Just-S'-Rambert

Conception graphique [www.CréaBenG.com](http://www.CréaBenG.com)

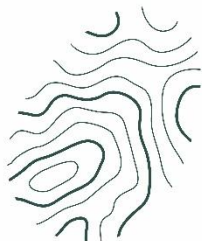


SILLONS & CO  
BY INOSIUM

*Traçons l'avenir ensemble*

Etude Agro-pédologique – M. HENRIC – viticulture - Bages [66670]  
Janvier 2026

## **9.3 ANNEXE 3 – ETUDE DE SYNERGIE**



SILLONS & CO

BY INOSIUM

BUREAU D'ÉTUDES AGRICOLES

ALIMENTATION - EAU - TERRITOIRE

*Cité du Design  
2 Allée Marcel Gonin  
42000 Saint-Etienne*

## **Etude de Synergie Agricole**

**Projet d'ombrières agrivoltaïques dynamiques sur vignes**

**Technique Solaire - M. Henric, EARL HENRIC LACLARE**

**BAGES (66670)**

*Figure 1 : Vue de la parcelle viticole de M. Henric*

*Avertissement :*

*Sauf mention contraire, les illustrations et les tableaux de ce document ont été réalisés par INOSIUM.*

*Cette note technique de synergie agricole de projet agrivoltaïque en lien avec le décret n°2024-318 du 8 avril 2024 relatif au développement de l'agrivoltaïsme et aux conditions d'implantations photovoltaïques sur des terrains agricoles, naturels ou forestiers vise à démontrer la conformité du projet énergétique avec la production agricole envisagée et les services agronomiques rendus en lien avec les connaissances actuelles de la science et des techniques dans le domaine de l'agrivoltaïsme et l'agrivoltaïsme dynamique en particulier.*

*Les données issues du développement végétatif de la culture envisagée font état d'une revue bibliographique permettant de proposer des hypothèses croisées et de développement phénologique avec les incertitudes existantes qui sont parties intégrantes des hypothèses retenues. Les données de modélisation sont issues du logiciel de modélisation agropédoclimatique Agrisoléo et de son outil Optisoléo.*

# Sommaire

|       |                                                                                              |    |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1     | INTRODUCTION .....                                                                           | 8  |
| 1.1   | L'agrivoltaïsme .....                                                                        | 8  |
| 1.2   | Contexte législatif et réglementaire de l'étude de synergie .....                            | 9  |
| 1.3   | Objectif de l'étude .....                                                                    | 10 |
| 2     | Présentation du logiciel Optisoléo .....                                                     | 11 |
| 2.1   | Données d'entrée .....                                                                       | 11 |
| 2.2   | Principes de modélisation .....                                                              | 12 |
| 2.2.1 | Irradiance .....                                                                             | 12 |
| 2.2.2 | Bilan hydrique .....                                                                         | 12 |
| 2.2.3 | Température sous panneaux .....                                                              | 13 |
| 2.3   | Données de sortie .....                                                                      | 13 |
| 2.4   | Protocole de simulation .....                                                                | 14 |
| 3     | Présentation du projet agrivoltaïque .....                                                   | 15 |
| 3.1   | L'exploitation agricole et sa localisation .....                                             | 15 |
| 3.2   | Structure agrivoltaïque et implantation sur les parcelles .....                              | 15 |
| 3.3   | Culture en place : la vigne .....                                                            | 18 |
| 3.3.1 | Caractéristiques de l'activité viticole de la ZIP .....                                      | 18 |
| 3.3.2 | Sensibilité aux facteurs abiotiques lors du développement de la vigne .....                  | 18 |
| 3.3.3 | Stades de développement de la vigne .....                                                    | 21 |
| 3.3.4 | Tolérance à l'ombrage de la vigne .....                                                      | 21 |
| 3.3.5 | Activité photosynthétique de la vigne .....                                                  | 25 |
| 3.4   | Environnement édaphique et climatique .....                                                  | 27 |
| 3.4.1 | Géologie .....                                                                               | 27 |
| 3.4.2 | Climat .....                                                                                 | 28 |
| 4     | Modélisations et évaluations des impacts agronomiques (2026-2050) .....                      | 30 |
| 4.1   | Full tracking solaire sur une culture de vigne sur la commune BAGES (66670) de climat actuel |    |
|       | 30                                                                                           |    |
| 4.1.1 | Définition de Full-tracking solaire .....                                                    | 30 |
| 4.1.2 | Bilan d'irradiance annuel .....                                                              | 30 |
| 4.2   | Modélisation et résultat avec pilotage agronomique sous climat moyen actuel sur la commune   |    |
|       | de Bages .....                                                                               | 32 |
| 4.2.1 | Objectifs du pilotage par stade .....                                                        | 32 |
| 4.2.2 | Stratégie de pilotage .....                                                                  | 32 |
| 4.2.3 | Bilan d'irradiance pour la vigne en tracking agronomique .....                               | 33 |
| 4.2.4 | Impact sur le stress hydrique .....                                                          | 34 |
| 4.2.5 | Impact sur le stress thermique .....                                                         | 36 |
| 4.2.6 | Différence de productible .....                                                              | 37 |
| 4.3   | Modélisation et résultat avec pilotage agronomique sous climat futur (2050) .....            | 37 |
| 4.3.1 | Bilan d'irradiance pour la vigne en tracking agronomique .....                               | 38 |
| 4.3.2 | Impact sur le stress hydrique .....                                                          | 39 |
| 4.3.3 | Impact sur le stress thermique .....                                                         | 41 |
| 5     | Synthèse et recommandations agronomiques .....                                               | 42 |



## TABLE DES FIGURES

|                                                                                                                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| FIGURE 1 : VUE DE LA PARCELLE VITICOLE DE M. HENRIC .....                                                                                                              | 1  |
| FIGURE 2 : RELATION ENTRE LA QUANTITE DE RADIATION ACTIVE SUR LA PHOTOSYNTHESE (PAR) REÇUE PAR LES VEGETAUX ET L'ACTIVITE PHOTOSYNTHETIQUE (D'APRES KATUL, 2023) ..... | 8  |
| FIGURE 3 : RENDEMENT RELATIF (%) EN FONCTION DE LA DIMINUTION DU PAR SUIVANT TROIS CATEGORIES DE TOLERANCE A L'OMBRAGE (D'APRES BECK ET AL., 2012) .....               | 8  |
| FIGURE 4 : FONCTIONNEMENT DU LOGICIEL OPTISOLEO (SOURCE : AGRISOLEO) .....                                                                                             | 12 |
| FIGURE 5 : DEFINITION DES ZONES SUR UNE PARCELLE AGRIVOLTAÏQUE, EXEMPLE AVEC UNE PERGOLA SUR VIGNE .....                                                               | 14 |
| FIGURE 6 : LOCALISATION DU PROJET .....                                                                                                                                | 15 |
| FIGURE 7 : PLAN D'IMPLANTATION DU PROJET AGRIVOLTAÏQUE DE LA COMMUNE DE BAGES PAR TECHNIQUE SOLAIRE ..                                                                 | 16 |
| FIGURE 8 : VUE DE FACE ET DE PROFIL DU PROJET AGRIVOLTAÏQUE DE LA COMMUNE DE BAGES PAR TECHNIQUE SOLAIRE .....                                                         | 16 |
| FIGURE 9 : CONFIGURATION DE LA STRUCTURE, OMBRAGE MODELISE POUR AU 6 JANVIER (AGRISOLEO) .....                                                                         | 17 |
| FIGURE 10 : MODELISATION DE L'OMBRAGE SUR LA ZIP PARCELLE NORD (AGRISOLEO) .....                                                                                       | 17 |
| FIGURE 13 : PPFD MOYEN SELON LES MODALITES ET LES STADES PHENOLOGIQUES EN TRACKING AGRONOMIQUE (TA) ..                                                                 | 26 |
| FIGURE 14 : GEOLOGIE DU SITE D'ETUDE .....                                                                                                                             | 27 |
| FIGURE 15 : TEMPERATURE DE L'AIR ET PLUVIOMETRIES MENSUELLES POUR LES ANNEES 2026 ET 2050 (METEONORM) .....                                                            | 28 |
| FIGURE 16 : EVOLUTION DU NOMBRE DE JOURS OU LA TEMPERATURE MAXIMALE DEPASSE 35°C SOUS ABRI EN JUILLET ET AOUT (D'APRES METEO FRANCE, 2026A) .....                      | 29 |
| FIGURE 17: BILAN DE L'IRRADIANCE PAR STADE EN EN FULL TRACKINGV(ZONE 1 ET ZONE 2) .....                                                                                | 31 |
| FIGURE 18: BILAN DE L'IRRADIANCE PAR STADE EN TRACKING AGRONOMIQUE (ZONE 1 ET ZONE 2) DONNEES AGRISOLEO .....                                                          | 33 |
| FIGURE 19: BILAN HYDRIQUE EN FONCTIONNEMENT TRACKING AGRONOMIQUE, ZONE 1, DONNEES AGRISOLEO .....                                                                      | 34 |
| FIGURE 20: BILAN HYDRIQUE EN FONCTIONNEMENT TRACKING AGRONOMIQUE, ZONE 2, DONNEES AGRISOLEO .....                                                                      | 35 |
| FIGURE 21: TEMPERATURE DE L'AIRE ET CONFORT THERMIQUE EN FONCTIONNEMENT TRACKING AGRONOMIQUE (ZONE 1 ET ZONE 2), 2026, DONNEES AGRISOLEO .....                         | 36 |
| FIGURE 22 : BILAN DU PRODUCTIBLE EN FULL TRACKING ET PILOTAGE AGRONOMIQUE PAR MOIS EN ANNEE 2026 .....                                                                 | 37 |
| FIGURE 23: : BILAN DE L'IRRADIANCE PAR STADE EN TRACKING AGRONOMIQUE (2050) .....                                                                                      | 38 |
| FIGURE 24: BILAN HYDRIQUE EN STRUCTURE MOBILE SOLAIRE A HORIZON 2050, ZONE1, DONNEES AGRISOLEO .....                                                                   | 39 |
| FIGURE 25: BILAN HYDRIQUE EN STRUCTURE MOBILE SOLAIRE A HORIZON 2050, ZONE 2, DONNEES AGRISOLEO .....                                                                  | 40 |
| FIGURE 26 : TEMPERATURE DE L'AIRE ET CONFORT THERMIQUE EN FONCTIONNEMENT TRACKING AGRONOMIQUE (ZONE 1 ET ZONE 2) .....                                                 | 41 |

## TABLE DES TABLEAUX

|                                                                                                                                                                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| TABLEAU 1 : CRITERES LEGISLATIFS DE DEFINITION DE L'AGRIVOLTAÏSME PRESENTS DANS LA LOI APER .....                                                                                                                                    | 9  |
| TABLEAU 2 : CONTENU DU DOSSIER A FOURNIR EN ACCOMPAGNEMENT DU PERMIS DE CONSTRUIRE .....                                                                                                                                             | 9  |
| TABLEAU 3 : CARACTERISTIQUES GENERALES DU PROJET .....                                                                                                                                                                               | 15 |
| TABLEAU 4 : CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION AGRIVOLTAÏQUE .....                                                                                                                                                                   | 17 |
| TABLEAU 5 : CEPAGES ACTUELS DE LA PARCELLE ET PREVUS POUR LE PROJET .....                                                                                                                                                            | 18 |
| TABLEAU 6 : SENSIBILITE DE LA VIGNE AUX STRESS ABIOTIQUES ET CONSEQUENCES PAR STADE PHENOLOGIQUE (KELLER, 2010; LEEUWEN & DARRIET, 2016; MORLAT & BODIN, 2006; OJEDA ET AL., 2002; OLLAT & TOUZARD, 2014; RIENTH ET AL., 2021) ..... | 19 |
| TABLEAU 7 : ETUDE DE L'EFFET DE L'OMBRAGE ARTIFICIEL SUR LA VIGNE .....                                                                                                                                                              | 20 |
| TABLEAU 8 : SEUILS D'IRRADIANCE MINIMUM POUR LA VIGNE POUR UNE LEVEE DE DORMANCE AU PREMIER AVRIL .....                                                                                                                              | 22 |
| TABLEAU 9 : ETUDE DE L'EFFET DE L'OMBRAGE ARTIFICIEL SUR LA VIGNE .....                                                                                                                                                              | 24 |
| TABLEAU 10 : PRODUCTIBILITE ANNUEL .....                                                                                                                                                                                             | 37 |



|                                                                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| TABEAU 11 : RECAPITULATIF DE L'IMPACT DE LA STRUCTURE AGRIVOLTAÏQUE SUR LES BENEFICES AGRONOMIQUES EN 2026 ET A HORIZON 2050 (ZONE 1 ET ZONE 2)..... | 42 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

## LISTE DES ABREVIATIONS ET SIGLES UTILISES

AgriPV : Agri-Photo-Voltaïque = Agrivoltaïsme

DJ : Degré jour de croissance

DLI : Daily light integral

ENR : Energies Renouvelables

ETM : Evapotranspiration maximale

ETP : Evapotranspiration potentielle

GCR : Ground-Coverage Ratio (Taux d'Occupation du Sol)

PAR : Photosynthetically Active Radiation (Rayonnement Photosynthétique Actif)

PV : Photovoltaïque

RU : Réserve Utile

RFU : Réserve Facilement Utilisable

SAU : Surface Agricole Utile

THI : Temperature Humidity Index

TMY : Typical Meteorological Year

TOS : Taux d'Occupation du Sol ou Taux de Couverture



# Définitions

---

**Degré Jour de croissante :** Le degré jour de croissance (DJ) est une mesure empirique utilisée pour calculer l'accumulation de chaleur qui sert à estimer la durée d'un développement biologique tel que la croissance d'une plante en tenant compte de la température. La température de base est généralement la température en dessous de laquelle la croissance des plantes est de zéro (=zéro de végétation).

**DLI :** Le Daily Light Integral ( $mol/m^2/j$ ), autre unité de référence de rayonnement utilisée en écophysiologie.

**Potentiel de rendement :** capacité de production d'une espèce ou d'une variété dans un milieu donné lorsque les conditions optimales de culture sont réunies, autrement dit, rendement maximal d'une espèce ou d'une variété dans une zone géographique déterminée.

**ET<sub>m</sub> :** L'Évapotranspiration Maximale (ET<sub>m</sub>) est la valeur maximale de l'évapotranspiration d'une culture donnée, à un stade végétatif, dans des conditions climatiques données, prise en compte par l'ET<sub>0</sub>. C'est une correction de l'ET<sub>0</sub> en fonction du couvert végétal.  $ET_m = K_c \times ET_0$ ,  $K_c$  étant le coefficient cultural établi par des organismes professionnels.

**ETP :** L'évapotranspiration potentielle (ETP) est le maximum d'eau (en mm) que peut évaporer le sol et transpirer la plante à condition que le sol soit bien pourvu en eau et que les plantes couvrent uniformément le sol. Ainsi l'ETP est donné pour un sol dont la réserve utile est pleine, recouvert d'un 'gazon' homogène.

**ETR :** L'ETR correspond à la quantité d'eau (en mm) qu'évapore le sol et transpire la plante par jour en conditions culturales normales. Elle est ajustée avec le coefficient de sécheresse  $K_s$ , avec  $K_s = ETR/ET_m$ , d'où  $ETR = ET_m \times K_s$ .

**GCR :**  $GCR = \frac{\text{largeur panneaux projetée}}{\text{inter-pieux}}$  (Ground Coverage Ratio). C'est le taux de couverture ou TOS d'une parcelle agrivoltaïque (surface des panneaux / surface de la parcelle agrivoltaïque). Ce taux doit être <40% pour une parcelle agrivoltaïque >10MWc.

**K<sub>c</sub> :** Coefficient cultural. C'est le rapport entre l'évapotranspiration maximale de la culture (ETM) et l'évapotranspiration potentielle (ETP), il intègre les effets des 4 caractéristiques primaires qui distinguent une culture de la culture de référence qui sont : la hauteur de la culture, la résistance de surface sol - végétation, l'albédo, l'évaporation de sol (Rythme de consommation d'eau de la plante).

**K<sub>s</sub> :** Coefficient de sécheresse. C'est un indicateur de sécheresse. On estime le  $K_s$  au moyen de relations simples :  $k_s \sim 1$  lorsque la culture consomme l'eau de la réserve facilement utilisable (RFU), et décroissant de 1 à 0 au fur et à mesure que l'on consomme l'eau de la RDU, part complémentaire de la réserve utile (RU). Il est donc compris entre 1 quand l'alimentation en eau est assurée (pas de stress) et à 0 quand la plante est totalement flétrie (stress).

**Irradiance :** Quantité d'énergie solaire arrivant chaque seconde sur une surface de 1 m<sup>2</sup> à l'extérieur de l'atmosphère terrestre.

**Ombrières agrivoltaïques :** structures sans parois verticales, constituées d'une surface horizontale ou oblique en hauteur de ses supports. Elles sont recouvertes entièrement ou partiellement de panneaux photovoltaïques qui peuvent être fixes ou orientables (*généralement de manière automatisée*), soit pour gérer l'ensoleillement et l'ombrage des cultures sous-jacentes, soit pour protéger les cultures des intempéries.

**RU ou RUM :** Réserve Utile ou Réservoir Utile Maximum (en mm), quantité d'eau qu'un sol peut absorber (*rétenion de l'eau du sol*) et restituer à la plante. La RU est autrement dit la différence entre l'humidité à la capacité au champ et l'humidité au point de flétrissement permanent.

**RFU :** Réserve Facilement Utile (en mm), quantité d'eau qu'une plante peut extraire sans subir de stress.

**THI :** Temperature Humidity Index : Indicateur d'inconfort et donc de stress d'un animal en fonction de la température ambiante, de l'humidité relative de l'air ajusté avec l'effet du rayonnement.

**TMY :** Typical Meteorological Year : reconstitution stochastique d'une année typique à partir des statistiques d'une période donnée (ici 2000-2020 pour la période actuelle).

**TOS :** Taux d'Occupation du Sol ou Taux de Couverture. Ratio de surface des panneaux solaires projetées au sol de leur plus grande surface par rapport à la zone totale. Dans la loi, le TOS doit être <40% pour des centrales agrivoltaïques >10MWc.



# 1 INTRODUCTION

## 1.1 L'agrivoltaïsme

L'agrivoltaïsme en France s'est développé dans le cadre d'un besoin d'accélération du développement de la production en énergies renouvelables (ENR) et particulièrement avec le photovoltaïque (PV). Ces structures de type « **ombrières agrivoltaïques** », définies par la loi, peuvent être installées sur une grande diversité de production (*prairie, grandes cultures, arboriculture, viticulture, cultures maraîchères, cultures de spécialités, ...*) et doivent répondre à l'amélioration des conditions de production agricole et à l'adaptation aux enjeux du changement climatique.

Également, la diversité des modes d'installation de ces structures agrivoltaïques démontre la diversité des contextes agricoles et des contraintes d'itinéraires techniques pour la **coactivité de la production agricole** et la production d'ENR PV. On retrouve ainsi des structures fixes à mobiles, horizontales à verticales, sur poteau ou sur câble qui s'adaptent aux itinéraires techniques et aux enjeux agricoles. L'agrivoltaïsme vise ainsi à s'assurer d'apporter une **synergie agronomique** entre la production d'énergie électrique et la production agricole sans dégrader cette dernière (ou au maximum 10% de dégradation acceptée du rendement ou de la qualité).

Dans le domaine des productions végétales, l'agrivoltaïsme repose sur le fait que le rendement des cultures **tolérantes à l'ombrage** (*colza, orge, blé, sarrasin, ...*) n'augmente pas de façon linéaire avec l'augmentation du rayonnement solaire actif sur la photosynthèse (PAR) reçu (Figure 2). Le rayonnement au-delà du point de saturation de ces végétaux pourrait être utilisé pour la production d'électricité solaire sans affecter leur photosynthèse et donc leur production. En revanche, la culture de végétaux **intolérants à l'ombrage** (*maïs, sorgho, canne à sucre, plantes en C4 en général : catégorie « - »*) ne semble pas convenir puisque la photosynthèse continue de s'intensifier de façon continue avec l'augmentation de l'intensité lumineuse (Figure 2). Certaines cultures ou ombrières agrivoltaïques devront donc intégrer un **pilotage agronomique**.

Ainsi on peut résumer que les productions végétales :

- Catégorie (« - », Figure 3) la perte de rendement sera effective dès limitation de la lumière ;
- Catégorie (« 0 », Figure 3) la perte de rendement sera faible à nul lors d'une baisse de lumière limitée à définir d'après la littérature scientifique ;
- Catégorie (« + », Figure 3) le rendement pourra être augmenté lors d'une baisse de lumière, mais pourra être diminué à partir de seuils physiologiques à définir d'après la littérature scientifique.

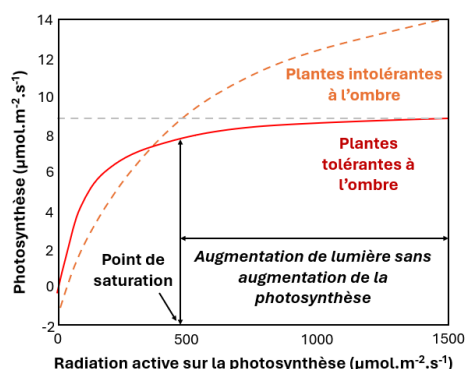


Figure 2 : Relation entre la quantité de radiation active sur la photosynthèse (PAR) reçue par les végétaux et l'activité photosynthétique (d'après Katul, 2023)

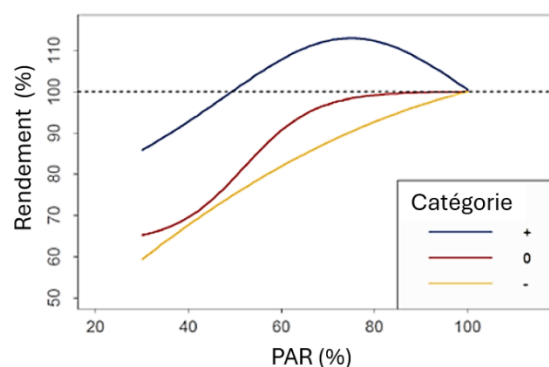


Figure 3 : Rendement relatif (%) en fonction de la diminution du PAR suivant trois catégories de tolérance à l'ombrage (d'après Beck et al., 2012)



## 1.2 Contexte législatif et réglementaire de l'étude de synergie

Les principes de l'agrivoltaïsme ont été déclinés en droit français en 2023 avec la loi **APER** et en 2024 avec le décret d'application qui précise les modalités d'implantation de l'agrivoltaïsme.

Le 10 mars 2023 a été promulguée la loi n°2023-175 relative à l'accélération de la production d'énergies renouvelables. Cette loi introduit notamment dans l'article L314-36 du Code de l'énergie (2023) la définition d'une installation agrivoltaïque ainsi que des critères qualifiants et disqualifiants (Tableau 1).

| Article L314-36 Version en vigueur depuis le 12 mars 2023                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I.-Une installation agrivoltaïque est une installation de production d'électricité utilisant l'énergie radiative du soleil et dont les modules sont situés sur une parcelle agricole où ils contribuent <b>durablement</b> à l'installation, au maintien ou au développement d'une production agricole.                                                                                                                                                 | La production agricole doit être durable dans le temps                                                                                                                                      |
| II.-Est considérée comme agrivoltaïque une installation qui <b>apporte directement à la parcelle agricole au moins l'un des services suivants</b> , en garantissant à un agriculteur actif ou à une exploitation agricole à vocation pédagogique gérée par un établissement relevant du <a href="#">titre Ier du livre VIII du code rural et de la pêche maritime</a> une <b>production agricole significative</b> et un revenu durable en étant issu : | 1° L'amélioration du potentiel et de l'impact agronomiques ;<br>2° L'adaptation au changement climatique ;<br>3° La protection contre les aléas ;<br>4° L'amélioration du bien-être animal. |
| III.-Ne peut pas être considérée comme agrivoltaïque une installation qui porte une <b>atteinte substantielle à l'un des services mentionnés aux 1° à 4° du II</b> ou une <b>atteinte limitée</b> à deux de ces services.                                                                                                                                                                                                                               | La structure ne doit pas impacter <b>négativement</b> le bon développement de la production agricole de manière substantielle ou négativement de manière limitée à deux de ces services     |
| IV.-Ne peut pas être considérée comme agrivoltaïque une installation qui présente au moins l'une des caractéristiques suivantes :                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1° Elle ne permet pas à la production agricole d'être l'activité principale de la parcelle agricole ;<br>2° Elle n'est pas réversible.                                                      |

Tableau 1 : Critères législatifs de définition de l'agrivoltaïsme présents dans la loi APER

Un décret d'application de cette loi, publié le **8 avril 2024** (*Décret n° 2024-318 du 8 avril 2024*) vient préciser de quelle manière ces éléments doivent venir compléter le dossier de demande de permis de construire pour un projet agrivoltaïque. Ainsi, il rétablit l'article R. 431-27 III du code de l'urbanisme en détaillant les informations à verser au dossier qui accompagnera la demande de permis de construire.

| Article R. 431-27 Version en vigueur depuis le 10 avril 2024                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| II.-Lorsque la demande porte sur une installation, une construction ou un ouvrage mentionné à l'article <a href="#">L. 111-28</a> , le dossier de la demande d'autorisation d'urbanisme comporte un document permettant de justifier que l'installation des serres, des hangars et des <b>ombrières à usage agricole</b> est nécessaire à l'exercice d'une activité agricole, pastorale ou forestière.<br>Ce dossier comporte :  |
| 1° Une description physique de la parcelle mentionnée à l'article R. 314-108 du code de l'énergie ;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 2° Une <b>note technique</b> justifiant que l'installation, l'ouvrage ou la construction <b>fournit au moins l'un des services</b> mentionnés aux 1° à 4° du II de l'article L. 314-36 du code de l'énergie selon les conditions fixées à l'un des articles R. 314-110 à R. 314-113 du même code et qu'il <b>ne porte pas une atteinte substantielle à l'un de ces services ou une atteinte limitée à deux de ces services</b> ; |
| 3° Une note technique justifiant que la production agricole est l'activité principale de la parcelle agricole conformément à l'article R. 314-118 du code de l'énergie ;                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 4° Une <b>note technique</b> justifiant que la <b>production agricole est significative</b> et qu'elle assure des revenus durables à l'exploitant agricole conformément aux articles R. 314-114 à R. 314-117 du code de l'énergie ;                                                                                                                                                                                              |
| 5° S'il y a lieu, d'une description de la zone témoin prévue en application de l'article R. 314-114 du code de l'énergie                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 6° Une attestation certifiant que l'agriculteur est actif, au sens de l'article R. 314-109 du code de l'énergie.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

Tableau 2 : Contenu du dossier à fournir en accompagnement du permis de construire

Des éléments doivent donc être apportés pour **justifier du maintien de la production agricole et des services agronomiques apportés** à l'activité agricole (*stress hydrique, thermique, radiatif, bien-être animal*).



### 1.3 Objectif de l'étude

La présente étude, nommée **étude de synergie agricole** a donc pour objectif de montrer la conformité de ce projet aux définitions réglementaires (Tableau 1 et Tableau 2) sur les aspects des **services agronomiques apportés** aux productions agricoles et du maintien de la production agricole ou à minima de l'absence d'impacts négatifs (**substantielle ou limitée**) sur la culture en place.

Il s'agira donc d'étudier, avec les hypothèses retenues et présentées, la fourniture des éléments suivants :

- **Services agronomiques** recherchés et attendus par l'installation agrivoltaïque :
  - o Bilan d'irradiance (*valeurs seuils d'irradiance par stade phénologique défini par un corpus d'expérimentations issues de la littérature scientifique*)
  - o Stress hydrique (*nombre de jours de stress lié à l'eau disponible dans le sol et différence avec la zone témoin permettant de montrer les stress évités avec la structure*) ;
  - o Stress thermique (*nombre de jours de stress thermiques évités avec la structure concernant : gel et jours chaud >25°C ou 30°C*) ;
  - o Bien-être animal (*nombre de jours d'inconfort thermique amélioré par rapport à la zone témoin*) ;
  - o Amélioration de rendement potentiel (*identification de stades phénologiques impactés ou évaluation de la composante du rendement lorsque c'est possible*).
- **Absence d'atteinte substantielle** à l'un de ces services ou une atteinte limitée à deux de ceux-ci :
  - o Bilan d'irradiance (*valeurs seuils d'irradiance par stade phénologique défini par la littérature scientifique*) ne doit pas être impacté négativement de manière significative.
    - Limitation de développement de certains stades phénologiques (*identification de stades phénologiques impactés*).
    - Diminution du rendement de la production agricole (*estimé en quantitatif ou en impact sur les stades phénologiques*).
    - Homogénéité de l'ombrage apporté : plus l'ombrage est homogène, moins il pénalise la culture.
    - Absence de protection contre les brûlures

En agrivoltaïsme, les retours d'expériences sont en cours de capitalisation, les données et publications scientifiques sont en cours de capitalisation en France, et de nombreux retours d'expérience d'agrivoltaïsme à l'international concernant l'agrivoltaïque ou la protection par filets d'ombrage permettent d'apprécier les stades de sensibilité de la culture en place. Pour pallier le manque de retour d'expérience dans les différents contextes agropédoclimatiques, des modèles ont été développés afin d'étudier l'incidence des structures agrivoltaïques sur les cultures, dont le modèle **Optisoléo®** qui sera présenté, paramétré avec des hypothèses (stades phénologiques, cumulés de degrés jours, réserve utile en eau dans les sols) et utilisé dans cette note de synergie agrivoltaïque.



## 2 Présentation du logiciel Optisoléo

Le logiciel Optisoléo® a été retenu pour la qualité de la modélisation de l'irradiation ( $r^2 = 1$  et  $RMSE < 5\%$ ) par rapport au modèle de référence PV Syst pour l'ensemble des configurations possibles des structures photovoltaïques pour les simulations (Gigant et al., 2024) et pour son analyse des résultats par stade phénologique. Le modèle de développement végétatif déclenche le passage d'un stade phénologique au suivant par sommation des degrés jours dans une amplitude de développement végétative, appelée développement en GDD (*Growing Degree Days*).

### 2.1 Données d'entrée

Les données issues de la littérature permettent à l'utilisateur de fixer un seuil d'ombrage maximum à ne pas dépasser sous peine de limiter le rendement, de manière limitée ou de manière substantielle, par stade phénologique (exprimé en % d'irradiance par rapport à la zone témoin). Ce séquençage permet de prendre en compte les périodes où la culture est plus ou moins sensible à une diminution de l'irradiation.

Le modèle étudie l'impact de l'ombrage créée par les structures agrivoltaïques sur les cultures par stade phénologique grâce à la fixation de seuils maximum d'ombrage à ne pas dépasser sous peine de limiter le rendement. Ce séquençage permet de prendre en compte les périodes où la culture est plus ou moins sensible à une diminution de l'irradiation. Ce calibrage est réalisé à partir de résultats sur l'impact de l'ombrage sur les cultures. Les résultats sur l'impact de structures agrivoltaïques étant très peu nombreuses, la littérature scientifique utilisée concerne essentiellement des ombrages agrivoltaïques (*agroforesterie, ombrage artificiel, ombrage de culture, ombrage de cultures associées, ...*).

Ces valeurs seront ajustées en fonction de l'état de l'art dès que les références seront disponibles. Le modèle de développement de la culture concernée sera présenté et argumenté en Protocole de simulation 2.4. Hormis les données culturales, les autres données d'entrées nécessaires sont relatives au sol, aux structures photovoltaïques et au climat (Figure 4).

Les données climatiques proviennent de différentes sources :

- La plateforme **Météonorm** donne accès à deux types de données climatiques moyennes<sup>1</sup> :
  - Une année climatique moyenne actuelle déterminée à partir de données (stations météo ou satellite) relevées sur une période de référence (2001-2020) ;
  - Une année climatique moyenne simulant de climat possible en 2050. Ces estimations sont réalisées à partir de 15 modèles climatiques sur la base de 3 scénarii de développement (RCP 2.6, scénario optimiste avec de fortes politiques pour le climat ; RCP 4.5, politiques modérées en faveur du climat ; RCP 7.0, politiques limitées en faveur du climat<sup>2</sup>) ;
- Les données historiques d'**Open-meteo** (1940 à 2024) sont issues d'une réanalyse de jeux de données météo enrichies d'autres types d'observations (satellites, radar, ...) intégrées dans un modèle mathématique permettant d'obtenir des chroniques de données météo sur une maille de 9km minimum<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> <https://docs.meteonorm.com/overview/getting-started>

<sup>2</sup> Pour plus d'information sur la définition des scénarii voir : <https://www.drias-climat.fr/accompagnement/sections/175>

<sup>3</sup> <https://open-meteo.com/en/docs/historical-weather-api>



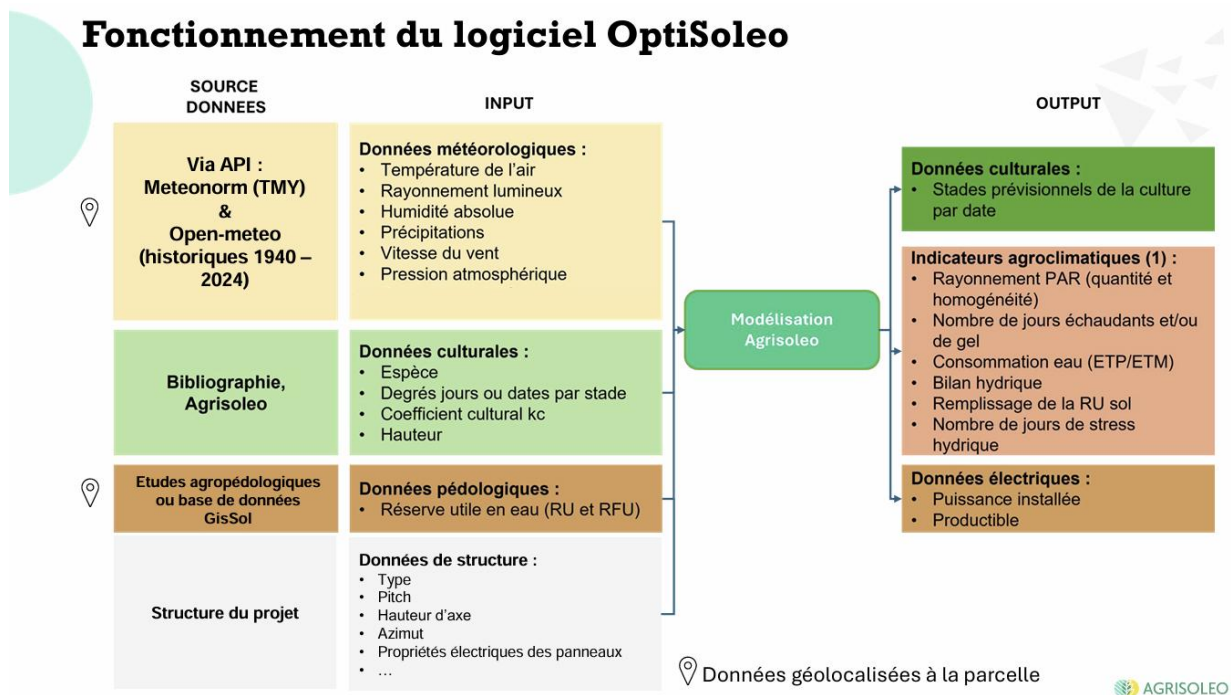


Figure 4 : Fonctionnement du logiciel Optisoléo (Source : Agrisoléo)

Les données d'entrées relatives au sol sont relatives à la réserve en eau du sol pour les cultures (RU ou RUM) et réserve en eau facilement utilisable pour les cultures (RFU). Ces données peuvent provenir d'études menées à la parcelle au travers d'une étude agro-pédologique de manière à caractériser les horizons, leur composition et leur profondeur.

En l'absence de résultats, la base de données large échelle du **GIS Sol** (1 : 250 000) est mobilisée pour l'estimation de la RU (ou RUM) et de la RFU avec une précision moindre.

Les données relatives aux **caractéristiques des structures agrivoltaïques** sont données par l'aménageur / développeur et paramétré dans le modèle Optisoleo.

## 2.2 Principes de modélisation

### 2.2.1 Irradiance

L'irradiation arrivant au niveau des organes photosynthétiques est la somme de l'irradiation arrivant au sol et l'irradiation diffuse modulées par un facteur d'ombrage dépendant du type de structure fixe ou mobile (Gigant et al., 2024). Les comparaisons avec le modèle commercial de référence PV Syst confirment la très bonne performance du modèle. Des comparaisons sur site INRAe ont été réalisées mais les résultats ne sont à ce stade pas disponibles.

### 2.2.2 Bilan hydrique

L'eau disponible pour les plantes à un instant  $t$  ( $RU_t$ ) est basé sur le bilan à l'instant  $t-1$  ( $RU_{t-1}$ ), additionné des apports d'eau par précipitation ( $PP_t$ ) et diminué de l'évapotranspiration ( $ETR_t$ ) (Équation 1). Cette dernière est estimée à partir d'un coefficient cultural dépendant du stade phénologique de la culture ( $Kc$ ) et de l'évapotranspiration de référence ( $ET_0$ ) (Équation 2), calculée selon la méthode de Penman-Monteith. Cette formule fait intervenir le rayonnement global, estimé par le logiciel.

$$\text{Équation 1 : } RU_t = RU_{t-1} - ETR_t + PP_t$$

Équation 2 :

$$ETR_t = K_c * ET_0$$

La réserve en eau du sol diminue en fonction de l'évapotranspiration et de l'eau encore disponible dans le sol selon un modèle à deux réservoirs (Jacquart & Choissnel, 1995). De façon simplifiée, si la quantité d'eau disponible pour les plantes est supérieure à la réserve facilement utile (RFU), la plante est en confort hydrique et l'évapotranspiration est maximale (Équation 2). Si la réserve en eau est en-dessous de la RFU, l'eau est plus difficilement accessible et cela d'autant plus que le réservoir d'eau restant se vide. En pratique, l'évapotranspiration est alors modulée en fonction d'un ratio traduisant le pourcentage de remplissage de ce réservoir.

L'évolution de la RU permet d'identifier la période où la culture est en stress hydrique. Pour la vigne, les contraintes sont jugées comme sévères si légères lorsque la quantité d'eau disponible est inférieure à 7% de la RU, modérées lorsqu'elle est comprise entre 7 et 20% de la RU, et légères lorsqu'elle est comprise entre 20 et 40% de la RU (TechniLoire, 2025).

Dans le cas de cultures irriguées (ce qui correspond à la pratique de l'exploitant), sauf en cas de restrictions, le confort hydrique des plantes est assuré par apport artificiel d'eau. Le besoin en irrigation (BIR, en mm) est estimé par le logiciel de sorte à ce que la RFU ne soit jamais épuisée et que la culture reste dans le confort hydrique.

### 2.2.3 Température sous panneaux

La température sous panneau ( $T_{agripv}$ ) est estimée à partir de la température de l'air hors structure agrivoltaïque ( $T_{témoin}$ ) et de l'état de l'art sur l'impact thermique des structures photovoltaïques (Équation 3) :

$$\begin{aligned} T_{agripv} &= T_{témoin} + 2^{\circ}C, \text{ si } T_{témoin} < 0^{\circ}C \\ \text{Équation 3 : } T_{agripv} &= T_{témoin} - 2^{\circ}C, \text{ si } T_{témoin} > 25^{\circ}C \\ T_{agripv} &= T_{témoin} - 4^{\circ}C, \text{ si } T_{témoin} > 40^{\circ}C \end{aligned}$$

Ces valeurs permettent d'estimer le nombre de jours et le nombre de jours de gel qui compromettent le rendement des cultures. Le logiciel Optisoléo ne considère que les jours chauds sont caractérisés par une température supérieure à 25°C.

## 2.3 Données de sortie

Les données de sortie sont disponibles sous forme spatiale et/ou temporelle, discrétisées ou agrégées. Les résultats peuvent ainsi être fournis :

- Sur la zone sous panneau ou entre les panneaux (Figure 5) ou bien intégrée sur l'ensemble de la zone agrivoltaïque ;
- Sur la zone témoin c'est-à-dire la zone hors aménagement ;
- Par stade phénologiques. Ces dernières sont particulièrement intéressantes pour analyser le risque de perte de rendement si le besoin en irradiation par stade n'est pas comblé.

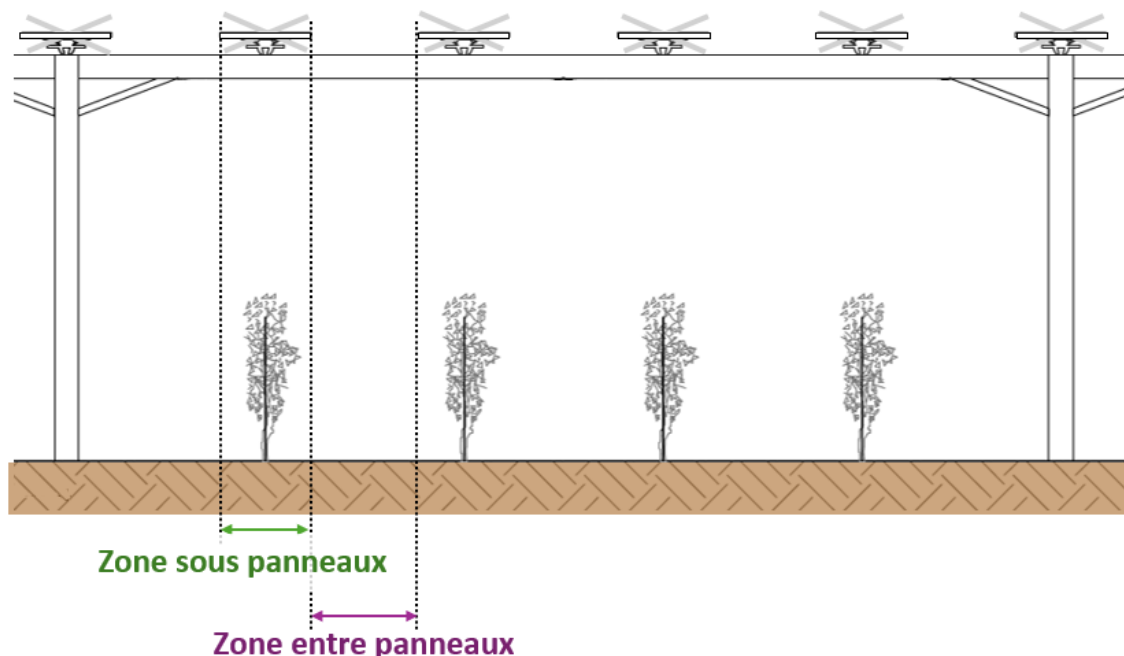


Figure 5 : Définition des zones sur une parcelle agrivoltaïque, exemple avec une pergola sur vigne

## 2.4 Protocole de simulation

Le logiciel est appliqué dans un premier temps avec les caractéristiques de la structure fournies par l'aménageur. Les sorties du modèle permettent alors d'identifier si le microclimat apporté par les structures agrivoltaïques implique **un risque (substantielle, limité) ou non de perte sur le rendement de la culture.**

Si l'ombrage apporté constitue un risque, notamment pour une configuration en full-tracking ou en structure fixe, une reprise de design (plan de structure) ou un fonctionnement spécifique en pilotage agronomique de la structure agrivoltaïque pourra être proposé dans le but de satisfaire aux besoins en irradiation de la culture pour chaque stade phénologique afin d'assurer la composante du rendement selon la bibliographie publiée à ce jour. L'analyse des bénéfices concernant le stress hydrique (***diminution du nombre de jours en stress hydrique***) et les températures défavorables (***jours échaudant et gel***) est analysé pour cette configuration et permet d'identifier la baisse du nombre de jours et le pourcentage de diminution par rapport à la zone témoin.

Enfin, au-delà d'une simulation sur une année type 2026, une autre simulation est également réalisée avec les données **météo 2050** pour illustrer l'incidence des panneaux sur les cultures dans un contexte de changement climatique en reprenant les **bénéfices agronomiques attendus** pour la culture en place.

Ces simulations permettent ainsi une analyse comparative de la situation agronomique (***taux d'ombrage, irradiance totale par stade phénologique, stress thermique, stress hydrique***) entre différentes situations (***météo actuelle, météo future 2050, modification de la structure agrivoltaïque, fonctionnement des trackers, ...***).



## 3 Présentation du projet agrivoltaïque

### 3.1 L'exploitation agricole et sa localisation

Le projet est porté par l'EARL Domaine du Ducéré dont la surface agricole utile (SAU) est orientée en vigne et prairie permanente (Tableau 3).

Tableau 3 : Caractéristiques générales du projet

| Description de l'exploitation agricole                      |
|-------------------------------------------------------------|
| EARL HENRIC LACLARE                                         |
| BAGES (66670)                                               |
| 62,55ha                                                     |
| Vente effectuée en direct avec la coopérative Laure de Nyls |

### 3.2 Structure agrivoltaïque et implantation sur les parcelles

Le projet est localisé sur la commune de BAGES (66670) dans le département des Pyrénées-Orientales sur (66) (Figure 6).

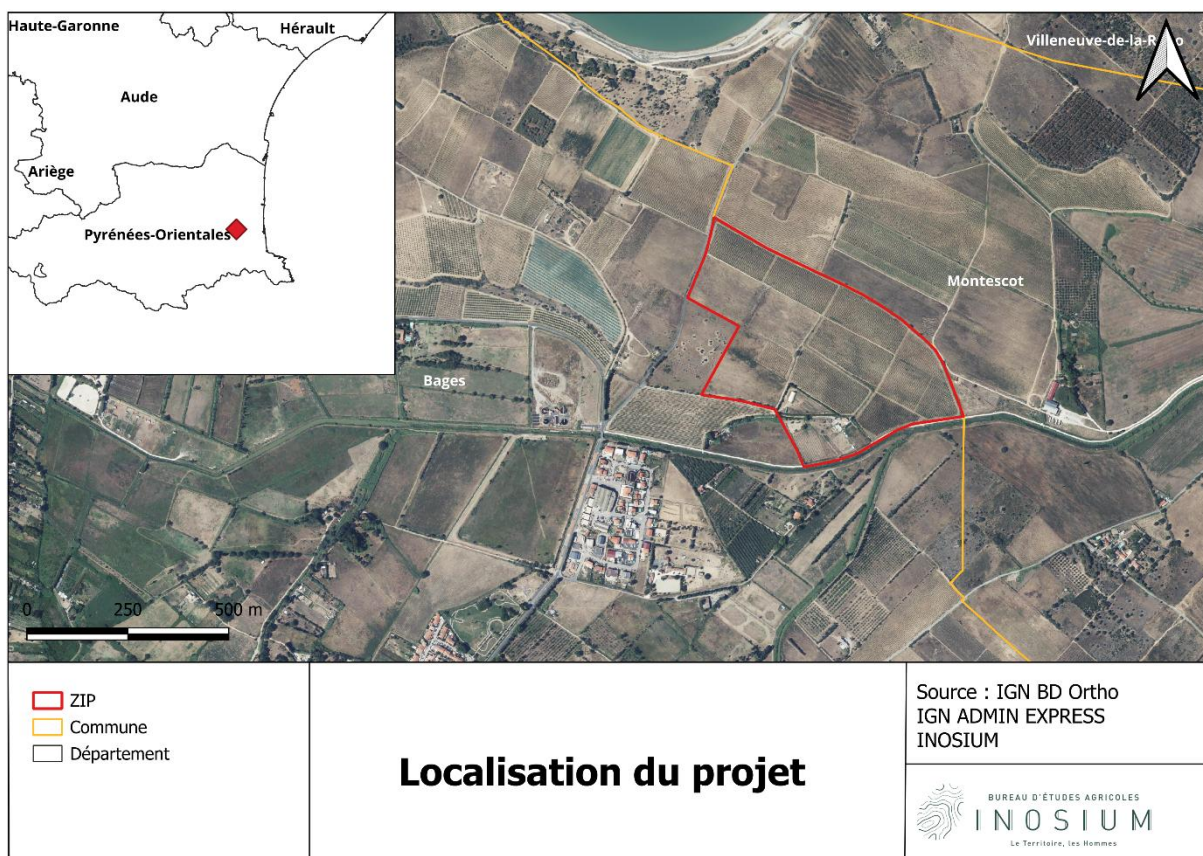


Figure 6 : Localisation du projet

Le projet d'ombrière agrivoltaïque présente la forme d'une pergola (ombrière avec un axe de panneau haut (Figure 7) surmontant une culture de vigne. Les dimensions sous panneaux (plus de 5 m de hauteur

au niveau de l'axe, configuration en 1H, espacement entre les panneaux de 2.5 m, (Figure 7), ont été réfléchies par rapport à l'orientation de travail de la parcelle agricole d'un point de vue de l'orientation (N-S) et du matériel agricole de l'exploitant viticole (vendangeuse, atomiseur attelé et taille manuelle) avec un point bas adapté à ces pratiques.

Dans ce sens, l'installation de la structure agrivoltaïque est prévue pour réaliser différents bénéfices agronomiques :

- Protection mécanique contre la grêle (*protection physique démontrée par son positionnement au-dessus de chaque rang de vigne*) ;
- Protection contre le stress hydrique ;
- Protection contre le stress thermique.

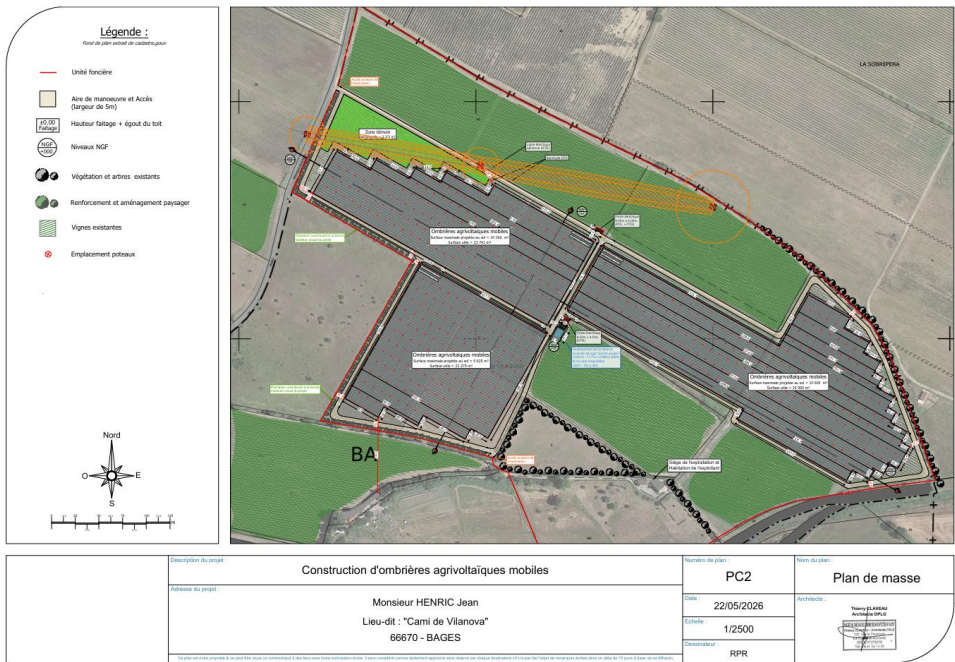


Figure 7 : Plan d'implantation du projet agrivoltaïque de la commune de Bages par Technique solaire

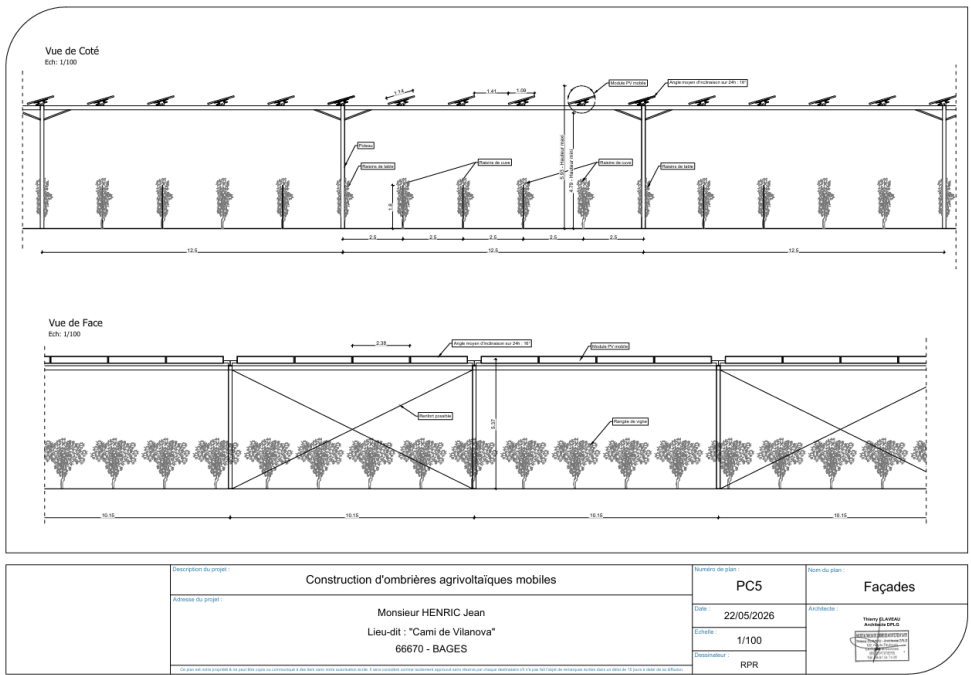


Figure 8 : Vue de face et de profil du projet agrivoltaïque de la commune de Bages par Technique Solaire

La structure présente un alignement des poteaux en Nord-Nord-Ouest vers Sud-Sud-Est et des panneaux solaires captant la lumière en orientation Nord-Est Sud-Ouest (Figure 9)

Les structures agrivoltaïques modifient la répartition de la lumière sur la parcelle avec une légère hétérogénéité de l'irradiance estimée entre 0 et 4% dans le cas d'un fonctionnement « full tracking » (**fonctionnement non retenu pour ce site**) et estimée entre 0 et 4% dans le cas d'un tracking agronomique

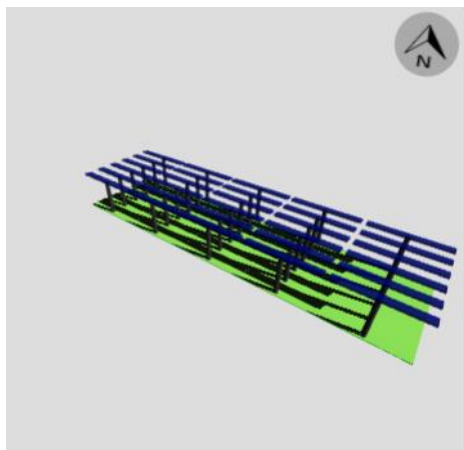


Figure 9 : Configuration de la structure, ombrage modélisé pour au 6 janvier (Agrisoléo)

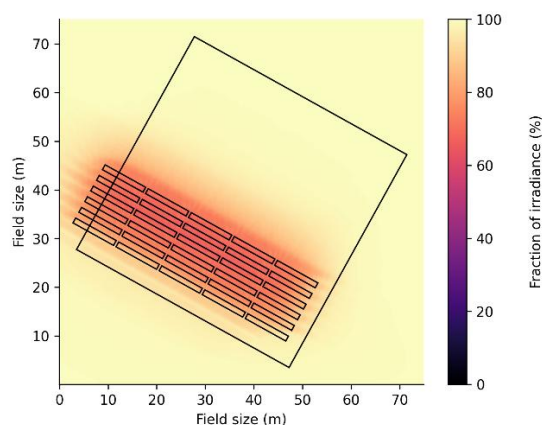


Figure 10 : Modélisation de l'ombrage sur la ZIP parcelle Nord (Agrisoléo)

Le taux de couverture (GCR) sera calculé d'après l'instruction technique agrivoltaïque (Figure 7 et Tableau 4) soit un taux de couverture de **29,9% à 34,2% selon les stades phénologiques**.

*Note :* Le taux de couverture sera calculé selon la gestion dynamique des panneaux solaire en vue d'un tracking agronomique. Le calcul fera intervenir la position au cours de la journée et le découplage pour définir un taux de couverture journalier et mensuel. Une zone témoin est prévue afin de réaliser les contrôles nécessaires sur la production agricole.

Tableau 4 : Caractéristiques de l'installation agrivoltaïque

|                             | Données : Technique Solaire |
|-----------------------------|-----------------------------|
| Surface du projet           | 8,2 ha                      |
| Dont parcelle agrivoltaïque | 82013 m <sup>2</sup>        |
| Type de structure           | Tracker                     |
| Configuration               | 1H                          |
| Hauteur à l'axe             | 5,37 m                      |
| Dimension d'un module       | 1,134x2,382m                |
| Angle d'inclinaison         | -60° à +60°                 |
| Pitch                       | 2,5m                        |
| Azimut                      | -61                         |
| Espacement inter-tables     | 0,6m                        |
| Capacité installée          | 8 610 kWc                   |
| Axe de rotation             | E/O                         |
| Hauteur point bas           | 4,8 m                       |
| Hauteur point haut          | 5,94 m                      |
| <b>GCR (Calculé)</b>        | <b>39%</b>                  |

### 3.3 Culture en place : la vigne

#### 3.3.1 Caractéristiques de l'activité viticole de la ZIP

La zone d'implantation du projet est arrachée à 50% depuis 2022 et couverte à 50% par des vignes vieillissantes qui seront renouvelées après implantation du projet. Les vignes qui seront implantés sous panneaux solaires le seront en raisin de cuve et raisin de table (Tableau 5). Cette surface sera donc replantée après la mise en place de la structure.

| Production viticole                                                 |                     |
|---------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Destination                                                         | Cépage existants    |
| Coopérative Laure de Nyls                                           | Grenache            |
| Destination                                                         | Cépage à replanter  |
| Coopérative Laure de Nyls<br>(Raisins de Cuve)                      | Grenache Blanc      |
|                                                                     | Grenache Gris       |
|                                                                     | Caladoc             |
| Vente directe /le carreau de<br>Saint-Charles (Raisins de<br>Table) | Ora                 |
|                                                                     | Muscat d'Alexandrie |
|                                                                     | Lavallée            |

Tableau 5 : Cépages actuels de la parcelle et prévus pour le projet

#### 3.3.2 Sensibilité aux facteurs abiotiques lors du développement de la vigne

Les caractéristiques phénologiques de la vigne (vin ou raisin de table) sont bien documentées et permettent de caractériser les risques abiotiques par stade phénologique, par exemple trois stades fondamentaux dans la composante du rendement présentent une sensibilité accrue au manque de rayonnement (Tableau 6). Par ailleurs des études scientifiques permettent d'approcher les tolérances à l'ombrage de la culture et seront présentées (Tableau 7), de manière à proposer des seuils minimums d'irradiance à respecter par stade de développement.

Le seuil d'irradiance minimal pour la culture pourra être apprécié à partir de la compilation de ces données bibliographiques et restent des optimums minimaux recherchés pour protéger des stress radiatifs (grillures) en même de temps d'assurer le bon déroulement des stades phénologiques.

Tableau 6 : Sensibilité de la vigne aux stress abiotiques et conséquences par stade phénologique (Keller, 2010; Leeuwen & Darriet, 2016; Morlat & Bodin, 2006; Ojeda et al., 2002; Ollat & Touzard, 2014; Rienh et al., 2021)

| Stade phénologique | Période       | Composantes de rendement        | Risques abiotiques                 | Conséquences                                                                                                                                       |
|--------------------|---------------|---------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Débourrement       | Mars<br>Avril | Nombre de bourgeons fructifères | Gelées printanières (<0°C)         | Réduction du nombre de bourgeons fructifères, notamment sur les cépages précoces qui débourrent plus rapidement.                                   |
|                    |               |                                 | Vents forts                        | Dégâts mécaniques sur les jeunes pousses qui peut rompre de manière mécanique les bourgeons.                                                       |
|                    |               |                                 | Stress hydrique                    | Retard de la sortie des bourgeons et réduction de la vigueur des pousses. Diminution du nombre de bourgeons fructifères.                           |
|                    |               | Qualité des bourgeons           | Manque de rayonnement              | Réduction de la vigueur des pousses et réduction de la surface foliaire. Développement des bourgeons de l'année suivante affecté.                  |
|                    |               |                                 | Excès de rayonnement               | Croissance rapide des bourgeons avec un risque de dessèchement des jeunes pousses.                                                                 |
|                    |               |                                 | Températures insuffisantes (<15°C) | Coulures, millerandage, baisse du nombre de grappes.                                                                                               |
| Floraison          | Mai<br>Juin   | Fertilité des inflorescences    | Chaleurs excessives (>35°C)        | Stérilité du pollen et diminution de la fécondation, réduisant le nombre d'inflorescence et de baies par grappe.                                   |
|                    |               |                                 | Stress hydrique                    | Réduction de la nouaison et diminution du nombre de baies par grappe. Croissance végétative réduite.                                               |
|                    |               |                                 | Vents forts                        | Perturbe la pollinisation, réduisant ainsi le taux de nouaison                                                                                     |
|                    |               | Taux de nouaison                | Pluies excessives                  | Perturbe mécaniquement la pollinisation, réduisant le taux de nouaison.                                                                            |
|                    |               |                                 | Manque de rayonnement              | Mauvaise fécondation des fleurs, réduction du nombre de baies par grappe.                                                                          |
|                    |               |                                 | Excès de rayonnement               | Problèmes de coulure (chute des fleurs) ou de millerandage (développement irrégulier des baies)                                                    |
|                    |               |                                 | Stress hydrique                    | Réduction de la croissance des baies, moins de sucre accumulé                                                                                      |
| Véraison           | Juillet       | Nombre de grappes               | Chaleurs excessives (>35°C)        | Maturation rapide et incomplète des baies, avec un déséquilibre entre l'acidité et les sucres                                                      |
|                    |               |                                 | Pluies excessives                  | Dilution des baies, une augmentation du volume d'eau et une baisse des concentrations en sucres et en composés phénoliques<br>Risque de pourriture |
|                    |               |                                 | Grêle                              | Domages directs aux grappes, réduisant à la fois le rendement et la qualité                                                                        |
|                    |               | Taille des baies                | Manque de rayonnement              | Retard de la maturation<br>Moins d'accumulation de composés phénoliques<br>Déséquilibre sucre/acide                                                |
|                    |               | Nombre de baies par grappe      | Excès de rayonnement               | Brûlure des baies (coup de soleil)<br>Déshydratation des baies<br>Accumulation rapide des sucres<br>Réduction des arômes et phénols                |
|                    |               |                                 |                                    |                                                                                                                                                    |

Tableau 7 : Etude de l'effet de l'ombrage artificiel sur la vigne

| Publication                                                                                                                                                                                                                                            | Ombrage       | Stade                                         | Impact physiologique                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Détails                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| L'ombrage des vignes par filets : une piste prometteuse face au changement climatique (Cunty & Chaix-Bryan, 2021)                                                                                                                                      | < 20-30 %     | Débourrement / Reprise de Croissance          | Un apport lumineux important est nécessaire pour activer la reprise du débourrement et la photosynthèse initiale. Un déficit trop fort risque de retarder le développement de la nouvelle canopée.                                                                                                                                                                                                      | Ombrage artificiel par filet d'ombrage           |
| Institut Française de la Vigne et du Vin (IFV, 2022)<br>Effet de l'ombrage respectif des ceps et des grappes de Muscat sur leurs teneurs en composés volatils libres et glycosyles et en précurseurs d'arômes caroténoïdiques (Razungles et al., 2000) | < 15-30 %     | Floraison / Formation des Inflorescences      | La formation et la viabilité des fleurs dépendent d'un haut niveau de lumière. Une forte réduction du PAR peut affecter la pollinisation et la fragilité du système reproducteur.                                                                                                                                                                                                                       | Ombrage artificiel par filet d'ombrage           |
| IFV – Article Ombrage, 2023<br><u>Impacts de différentes méthodes d'ombrage sur la vigne dans un contexte de changement climatique</u> (Valverde, 2024)                                                                                                | < 20-25 à 30% | Nouaison / Développement des Baies & Véraison | La photosynthèse des feuilles alimente la croissance des baies. Un ombrage modéré permet d'atténuer les stress thermiques sans compromettre l'accumulation de sucres et le développement des pigments.                                                                                                                                                                                                  | Ombrage artificiel par filet d'ombrage           |
| Effets de l'utilisation de filets d'ombrage : conséquences sur la vigne, les raisins et les vins, (Feilhes & Dufourcq, 2025)<br>Shading of the fruit zone to reduce grape yield and quality losses caused by sunburn (Oliveira et al., 2014)           | < 20-30 %     | Maturation                                    | Un apport lumineux suffisant est nécessaire pour la coloration et la maturation des baies. Une forte diminution du PAR peut retarder la maturation et moduler la composition biochimique (sucres, anthocyanes).                                                                                                                                                                                         | Ombrage artificiel par filet d'ombrage           |
| Sun'Agri révèle ses résultats agronomiques 2023 qui démontrent l'utilité concrète de l'agrivoltaïsme dynamique pour les cultures (Sun Agri, 2023)                                                                                                      | 40%           | Ensemble du cycle                             | Décalage des stades phénologiques (temps de croissance augmenté jusqu'à 14 jours). Surface foliaire augmentée, mais épaisseur diminuée, taux de chlorophylle augmentée.<br>Baisse de l'ETP jusqu'à 40%, réduction des apports en eau d'irrigation de 12% à 34%<br>Baisse du taux de sucrosité, augmentation de l'acidité + 9% à 15%.<br>Amélioration de la coloration (anthocyanes +13%). Maturité plus | Ombrage dynamique full-tracking en agrivoltaïsme |

NB : Les données issues de la littérature scientifique permettent d'apprécier des amplitudes d'ombrage par stade phénologique. Bien que positifs dans certains cas, on note également des critères impactant négativement les paramètres agronomiques. Aussi les seuils de tolérances seront ajustés à des moyennes observées et seront pris comme hypothèse globale de l'étude. Des seuils seront respectivement observés d'un minimum de 65 à 75% d'irradiance.

### 3.3.3 Stades de développement de la vigne

La vigne est une plante pérenne ligneuse. Sous sa forme domestiquée par l'homme, elle est plantée à l'état de bouture racinée ou de plant greffé. Il lui faut alors environ 3 ans pour rentrer en production, une fois que le sujet est capable de répondre aux stimuli de l'induction florale. Lors de cette phase dite « adulte » ; deux cycles se déroulent alors annuellement : le cycle végétatif (*débourrement, arrêt de croissance, mise en réserve dans le bois et les racines, chute des feuilles ; repos hivernal*) et le cycle reproducteur (*floraison, fécondation ; nouaison, véraison, maturité*) (Reynier, 2016).

Les différents stades phénologiques présentent des sensibilités différentes aux facteurs abiotiques qui seront présentés par la suite (Tableau 6).

### 3.3.4 Tolérance à l'ombrage de la vigne

Les études scientifiques permettent d'approcher les tolérances à l'ombrage de la culture et **seront présentées** (Tableau 9) de manière à proposer des seuils minimums d'irradiance à respecter par stade de développement.

Les différentes études montrent que la vigne présente une bonne tolérance à un ombrage modéré, généralement compris entre 15 et 30 %, mais que la sensibilité varie fortement selon le stade phénologique.

Aux **stades précoces (débourrement et floraison)** la vigne nécessite un apport lumineux élevé pour soutenir la reprise de croissance, la formation des inflorescences et la viabilité des fleurs.

À partir de **la nouaison et jusqu'à la véraison**, un ombrage modéré (< 25–30 %) est mieux toléré : il permet d'atténuer les stress thermiques tout en préservant l'accumulation de sucres, la croissance des baies et le développement des pigments.

Durant **la maturation**, la vigne reste dépendante d'un niveau lumineux suffisant pour la coloration et la concentration en sucres, mais un ombrage léger protège efficacement des coups de soleil et stabilise la composition aromatique.

Globalement, la vigne supporte bien un ombrage faible à modéré, qui peut même être bénéfique en contexte de chaleur extrême, tandis que des niveaux plus élevés entraînent des ajustements physiologiques et un décalage de la maturité. Les seuils d'irradiance minimum pour la vigne pourront être appréciés à partir de la compilation de ces données (Tableau 8). Le choix a été fait de respecter une date de levée de dormance au 01/04 pour les années statistique actuelles (TMY actuel) et futur (TMY 2050) afin de rendre lisible la comparaison.

|                                         | Dates associées<br>TMY actuel | Dates<br>associées<br>TMY 2050 | Seuils minimums<br>d'irradiance pour la<br>vigne |
|-----------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------|
| 0 – Phase hivernale (dormance)          | Novembre-mars                 | Novembre-<br>février           | Pas d'enjeux identifiés                          |
| 1 - Débourrement                        | 01/04-10/04                   | 01/04-09/04                    | 65%                                              |
| 2 - Débourrement - Début floraison      | 11/04-30/05                   | 10/04-22/05                    | 75%                                              |
| 3 - Début floraison - Mi-floraison      | 31/05-05/06                   | 23/05-27/05                    | 75%                                              |
| 4 - Mi-floraison - Nouaison             | 06/06-10/06                   | 28/05-31/05                    | 75%                                              |
| 5 - Nouaison - Début véraison           | 11/06-03/07                   | 01/06-22/06                    | 75%                                              |
| 6 - Début véraison - Fin véraison       | 04/07-23/07                   | 23/06-09/07                    | 75%                                              |
| 7 - Fin véraison - Maturité             | 24/07-15/08                   | 10/07-24/07                    | 65%                                              |
| 8 -Période post-maturité                | 16/08-22/08                   | 25/07-30/07                    | 75%                                              |
| <b>Moyenne (stades critiques)</b>       | -                             | -                              | <b>65%</b>                                       |
| 9. Début de sénescence<br>fonctionnelle | Automne                       | Automne (-15j)                 | 60%                                              |
| 10. Sénescence visible                  | Automne                       | Automne (-15j)                 | 50%                                              |
| 11. Phase hivernale (dormance)          | Novembre-mars                 | Novembre-<br>février           | Pas d'enjeux identifiés                          |

Tableau 8 : Seuils d'irradiance minimum pour la vigne pour une levée de dormance au premier avril

Les seuils d'irradiance attribués aux différents stades phénologiques reflètent l'évolution des besoins énergétiques de la vigne au cours de son cycle.

**Au débourrement (stade 1, besoin de 65% d'irradiance)**, la vigne a besoin d'un apport lumineux suffisant pour activer la photosynthèse des premières feuilles et soutenir la reprise de croissance, mais une valeur modérée reste adaptée car la surface foliaire est encore faible et la plante mobilise prioritairement ses réserves internes.

Lorsque la vigne entre dans la période allant **du débourrement à la floraison (stades 2 à 4, 75%)**, ses besoins énergétiques augmentent nettement : la photosynthèse doit alimenter simultanément l'allongement des rameaux, la croissance foliaire et le développement des inflorescences. Un seuil d'irradiance élevé est donc nécessaire pour garantir une floraison complète et une bonne fécondation.

**De la nouaison jusqu'à la fin de la véraison (stades 5 et 6, 75%)**, l'irradiance reste cruciale car la croissance des baies dépend directement de la production photosynthétique des feuilles. Un niveau élevé de lumière favorise l'accumulation des sucres, la synthèse des acides organiques, des composés aromatiques et des précurseurs de couleur.

En revanche, lorsque la vigne atteint **la phase entre fin véraison et maturité (stade 7, 65%)**, ses besoins lumineux diminuent légèrement : la croissance végétative ralentit, la surface foliaire est pleinement fonctionnelle et l'objectif physiologique se recentre sur la redistribution des assimilats vers les grappes. Un seuil un peu plus faible permet de maintenir l'activité métabolique sans risquer les surchauffes ou les déséquilibres dans la maturation.

Enfin, durant la **période post-maturité (stade 8, 75%)**, une irradiance plus élevée est de nouveau justifiée : avant l'entrée en sénescence, la plante optimise encore la photosynthèse pour reconstituer les réserves glucidiques dans le bois et les racines en vue du cycle suivant. Une lumière abondante à ce moment favorise la qualité de l'aoûtement et améliore la résistance de la vigne lors de la future phase hivernale.

**Hors des phases critiques**, l'impact de l'ombrage sur la vigne est peu documenté. Néanmoins, un ombrage **pendant la sénescence** pourrait être positif (si modéré) : réduit stress hydrique & thermique, protège les tissus, améliore l'acclimatation mais pourrait aussi être risqué (si trop intense) : retarde



maturité ; ce qui retarde sénescence ; ce qui réduit réserves ; ce pourrait affaiblir la dormance. Le maintien d'une irradiance entre 60% (sénescence fonctionnelle) et 50% (sénescence visible) serait donc justifié.

Ce qui importe durant la dormance n'est pas le maintien d'une irradiance maximale (peu utile en l'absence de photosynthèse) mais plutôt la modification du microclimat hivernal que peut apporter l'ombrage. Ainsi, **un niveau minimal d'irradiance hors des phases critiques (phase hivernal, sénescence) est estimé à :**

- **60 % d'irradiance lors de la phase de sénescence fonctionnelle** : en effet, même si le végétal est en fin de cycle, la lumière est nécessaire pour assurer la dernière remobilisation des assimilats et préparer le repos végétatif (et donc assurer la composante du rendement n+1) ;
- **50% d'irradiance lors de la phase de sénescence visible** : lors de la sénescence visible, une grande partie de la remobilisation des sucres a été réalisé, un ombrage plus important peut être apporté sans que cela nuise de manière véritable à la plante ;
- **Lors de la phase hivernale** : pas d'enjeux identifiés.

Ces stades ne seront pas spécifiquement observés, mais seulement ceux notés de 1 à 8 correspondants aux stades phénologiques les plus importants et sensibles au stress hydrique, thermique et radiatif.

Tableau 9 : Etude de l'effet de l'ombrage artificiel sur la vigne

| Publication                                                                                                                                                                                                                                            | Ombrage       | Stade                                         | Impact physiologique                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Détails                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| L'ombrage des vignes par filets : une piste prometteuse face au changement climatique (Cunty & Chaix-Bryan, 2021)                                                                                                                                      | < 20-30 %     | Débourrement / Reprise de Croissance          | Un apport lumineux important est nécessaire pour activer la reprise du débourrement et la photosynthèse initiale. Un déficit trop fort risque de retarder le développement de la nouvelle canopée.                                                                                                                                                                                                      | Ombrage artificiel par filet d'ombrage           |
| Institut Française de la Vigne et du Vin (IFV, 2022)<br>Effet de l'ombrage respectif des ceps et des grappes de Muscat sur leurs teneurs en composés volatils libres et glycosyles et en précurseurs d'arômes caroténoïdiques (Razungles et al., 2000) | < 15-30 %     | Floraison / Formation des Inflorescences      | La formation et la viabilité des fleurs dépendent d'un haut niveau de lumière. Une forte réduction du PAR peut affecter la pollinisation et la fragilité du système reproducteur.                                                                                                                                                                                                                       | Ombrage artificiel par filet d'ombrage           |
| IFV – Article Ombrage, 2023<br><u>Impacts de différentes méthodes d'ombrage sur la vigne dans un contexte de changement climatique</u> (Valverde, 2024)                                                                                                | < 20-25 à 30% | Nouaison / Développement des Baies & Véraison | La photosynthèse des feuilles alimente la croissance des baies. Un ombrage modéré permet d'atténuer les stress thermiques sans compromettre l'accumulation de sucres et le développement des pigments.                                                                                                                                                                                                  | Ombrage artificiel par filet d'ombrage           |
| Effets de l'utilisation de filets d'ombrage : conséquences sur la vigne, les raisins et les vins, (Feilhes & Dufourcq, 2025)<br>Shading of the fruit zone to reduce grape yield and quality losses caused by sunburn (Oliveira et al., 2014)           | < 20-30 %     | Maturation                                    | Un apport lumineux suffisant est nécessaire pour la coloration et la maturation des baies. Une forte diminution du PAR peut retarder la maturation et moduler la composition biochimique (sucres, anthocyanes).                                                                                                                                                                                         | Ombrage artificiel par filet d'ombrage           |
| Sun'Agri révèle ses résultats agronomiques 2023 qui démontrent l'utilité concrète de l'agrivoltaïsme dynamique pour les cultures (Sun Agri, 2023)                                                                                                      | 40%           | Ensemble du cycle                             | Décalage des stades phénologiques (temps de croissance augmenté jusqu'à 14 jours). Surface foliaire augmentée, mais épaisseur diminuée, taux de chlorophylle augmentée.<br>Baisse de l'ETP jusqu'à 40%, réduction des apports en eau d'irrigation de 12% à 34%<br>Baisse du taux de sucrosité, augmentation de l'acidité + 9% à 15%.<br>Amélioration de la coloration (anthocyanes +13%). Maturité plus | Ombrage dynamique full-tracking en agrivoltaïsme |

NB : Les données issues de la littérature scientifique permettent d'apprécier des amplitudes d'ombrage par stade phénologique. Bien que positifs dans certains cas, on note également des critères impactant négativement les paramètres agronomiques. Aussi les seuils de tolérances seront ajustés à des moyennes observées et seront pris comme hypothèse globale de l'étude. Des seuils seront respectivement observés d'un minimum de 65 à 75% d'irradiance.

### 3.3.5 Activité photosynthétique de la vigne

A l'échelle plus fine de la journée, l'intensité de l'activité photosynthétique de la vigne varie en fonction de la lumière ; de la température ; de la concentration en CO<sub>2</sub> et de la teneur en eau du sol (Steov & Slavtcheva, 1982).

Ces facteurs agissent de façon combinée et changent selon le stade du développement de la vigne. En particulier, la température optimale et maximale de développement de l'air évolue en fonction des stades phénologiques (Tableau 7). Lorsque la température de l'air dépasse la température de confort, elle peut alors devenir un facteur limitant de la photosynthèse. L'activité photosynthétique présente une évolution journalière avec deux pics séparés par une dépression aux alentours de midi. L'influence de la température est d'autant plus grande que la teneur en eau du sol est basse.

Lorsque la température est optimale pour le développement de la vigne, le régime hydrique devient une contrainte pour la photosynthèse dès que la teneur en eau du sol est en dessous de 40% (Steov & Slavtcheva, 1982). Les seuils permettant de définir les contraintes modérée et forte à très forte peuvent être fixés à 20% et 7% de la réserve utile respectivement (TechniLoire et al., 2025).

De façon plus générale, l'activité photosynthétique est corrélée à au rayonnement tant qu'un facteur limitant (température ou humidité du sol) ne vient pas la contraindre. Il semble que la photosynthèse soit optimale le matin (Katerji & Daudet, 1986; Steov & Slavtcheva, 1982; Zufferey & Murisier, 2009), avec des horaires décalés vers la mi-journée au fur et à mesure de l'année (Steov & Slavtcheva, 1982).

Pour caractériser la lumière réellement accessible à la plante, plusieurs indicateurs complémentaires sont mobilisés :

- **Le PAR (Rayonnement photosynthétiquement actif)** caractérise le nombre de photons dans la plage de 400 à 700 nm reçus par une surface pendant un laps de temps spécifié ou **la densité de flux de photons photosynthétiques (PPFD)**.

- **Le PPFD (Photosynthetic Photon Flux Density)** exprime le flux instantané de photons (en  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ). C'est l'intensité lumineuse perçue à un moment donné.

- **Le DLI (Daily Light Integral)** mesure la quantité totale de lumière photosynthétiquement active reçue en une journée (en  $\text{mol m}^{-2} \text{j}^{-1}$ ). Il intègre l'ensemble des photons (400–700 nm) reçus sur 24 h et reflète la disponibilité lumineuse sur un stade phénologique.

$$DLI = (PPFD \times \text{heure d'éclairage}) \times 3600 \div 1\,000\,000$$

*Équation 4 : Calcul de DLI à partir du PPFD*

- **Le taux d'ombrage**, précédemment évalué, est proportionnel aux DLI et PPFD : une réduction de lumière incidente entraîne une diminution du PPFD et donc du DLI.

À partir du rayonnement photosynthétiquement actif (PAR) cumulé, calculé sur le logiciel OptiSoleo, un PPFD moyen est calculé, indicateur direct de l'intensité lumineuse perçue par la feuille (Figure 11).



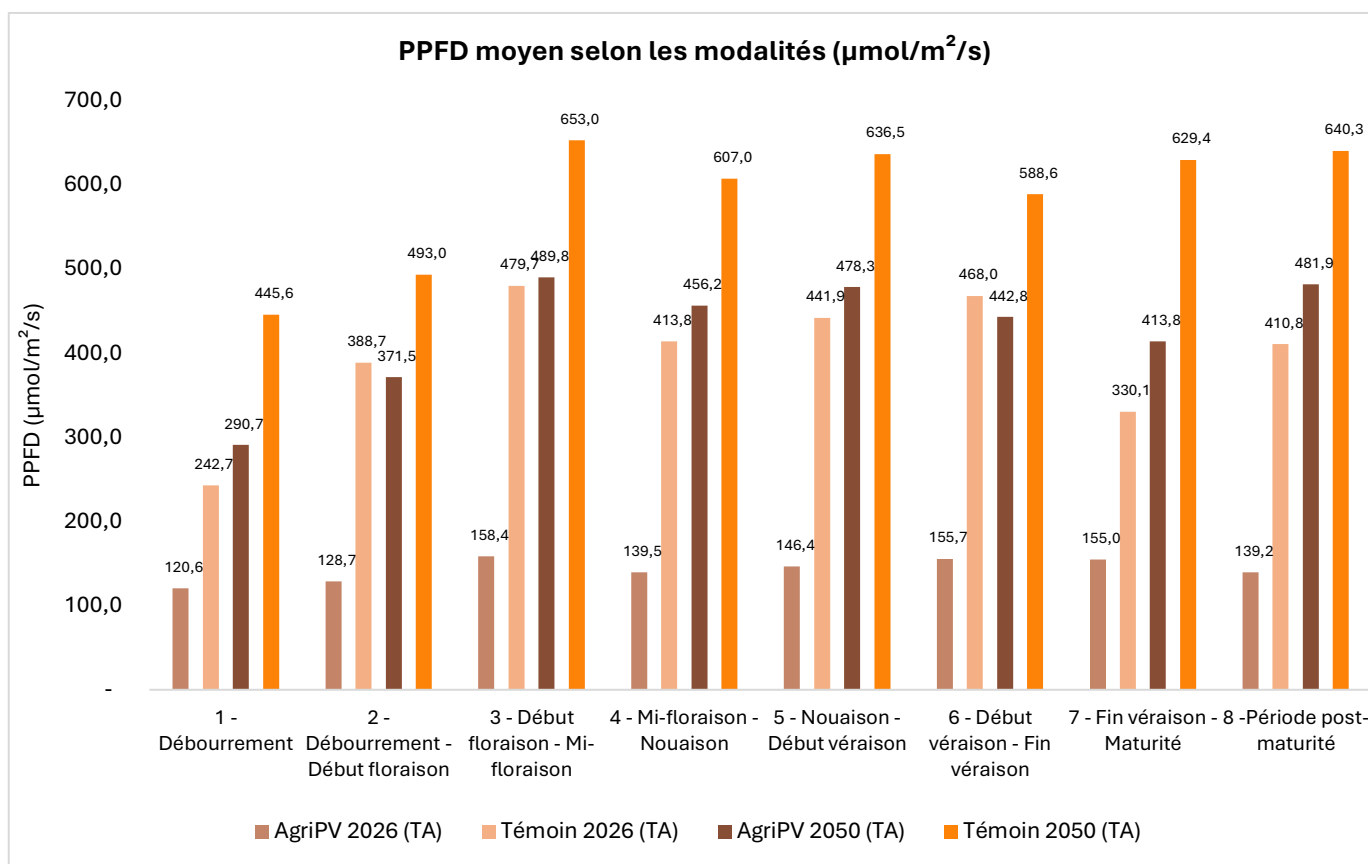


Figure 11 : PPFD moyen selon les modalités et les stades phénologiques en tracking agronomique (TA)

L'absence de valeurs de PPFD seuil par stade phénologique limite aujourd'hui la finesse avec laquelle on pourrait estimer la précision du pilotage des trackers agrivoltaiques. Disposer de ces seuils permettrait en effet d'ajuster l'ombrage porté en fonction des besoins lumineux réels de la plante à chaque étape de son développement. Pour autant, la corrélation directe entre le niveau d'ombrage et la baisse du DLI (et du PPFD) permet d'être confiant dans la baisse possible du niveau d'irradiance journalier.

Si le PPFD mesuré sous AgriPV dépasse le PPFD seuil nécessaire au bon fonctionnement du stade (*par exemple pour assurer la photosynthèse optimale, la floraison ou la croissance des fruits*), il serait possible d'augmenter l'ombrage sans risque pour la plante, afin d'améliorer la production électrique ou de réduire le stress thermique.

À l'inverse, si le PPFD sous AgriPV descend en dessous du seuil requis, il faudrait réduire l'ombrage pour garantir un apport lumineux suffisant. Une telle stratégie nécessite des données journalières ou au moins infra-stade, car la dynamique de lumière varie fortement d'un jour à l'autre et les réponses physiologiques de la vigne sont sensibles à ces fluctuations.

L'accès à des données DLI/PPFD par stade permettrait un pilotage plus fin et mieux adapté aux besoins de la culture, mais ces seuils restent peu explicités dans la littérature scientifique. Celle-ci se base principalement sur des pourcentages d'irradiance par stade, déterminés par différentiel à partir d'un ombrage admissible (par filet essentiellement), et ayant ainsi permis d'identifier les seuils d'irradiance nécessaires au bon développement de la vigne. Une marge supérieure a systématiquement été appliquée (3.3.4 Tolérance à l'ombrage de la vigne).

## 3.4 Environnement édaphique et climatique

### 3.4.1 Géologie

La zone d'étude s'inscrit dans un contexte géologique marqué par le Pliocène continental, qui forme une vaste séquence détritique issue du comblement du fossé néogène (grand bassin d'effondrement). En dessous de ces unités, des colluvions, des alluvions et des formations liées aux cycles glaciaires sont présentes. (Figure 12).

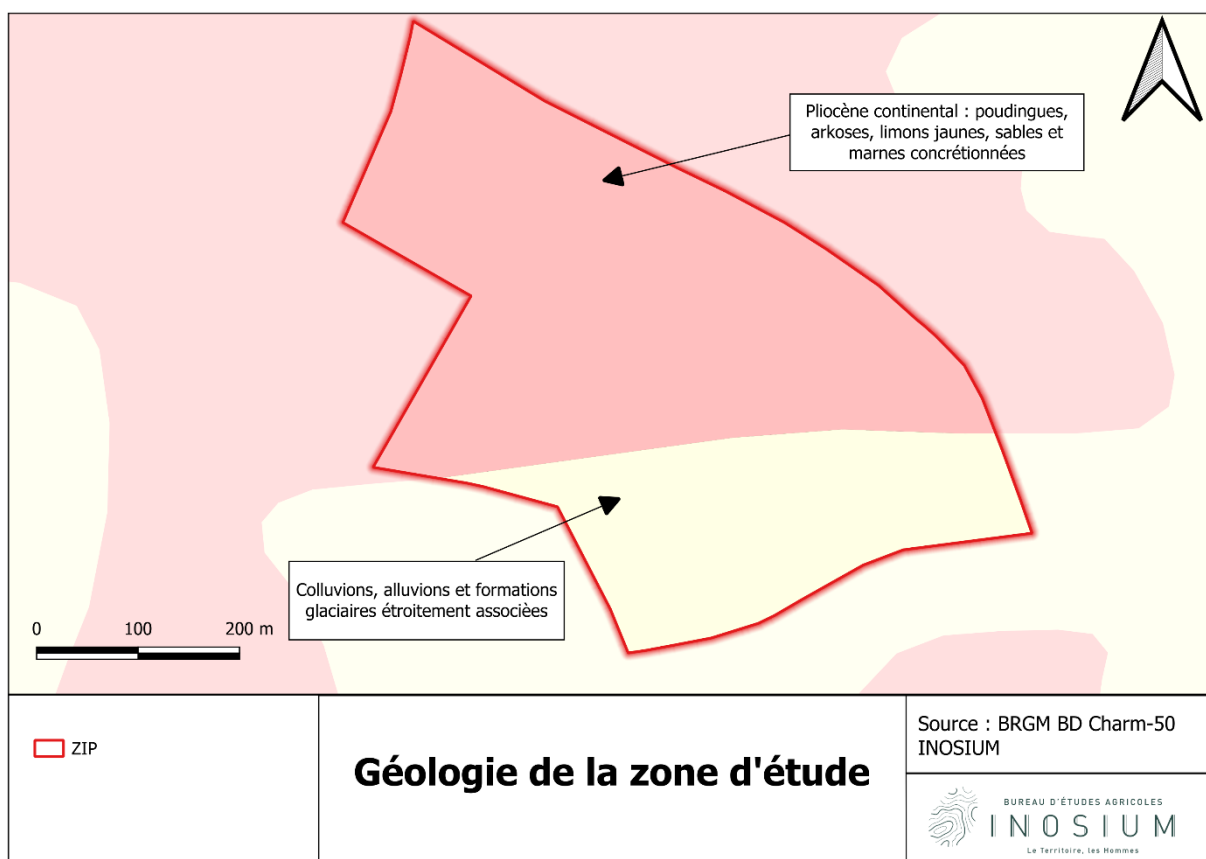


Figure 12 : Géologie du site d'étude

Les caractéristiques du sol ont été précisées lors d'une étude agro pédologique réalisée à l'hiver 2026 (INOSIUM, 2026). La ZIP repose sur des sols profonds issus de marnes ou d'alluvions. Les points hauts du terrain offrent des sols sains et calcaires, très favorables aux cultures. À l'inverse, les zones basses (cuvettes) retiennent l'eau et accumulent du sel, ce qui crée une grande différence de drainage entre le haut et le bas de la parcelle.

L'analyse détaillée des données permet de distinguer deux secteurs contrastés au sein de la ZIP. On identifie ainsi une **Zone 1**, présentant une RU moyenne de **98 mm** et RFU de **66 mm**, et une **Zone 2**, nettement plus capacitive, avec une RU de **186 mm en moyenne** et RFU de **124 mm**.

## 3.4.2 Climat

La commune de BAGES (66670) se caractérise par un climat méditerranéen avec des étés chauds et secs et des hivers plus froids :

- Des températures moyennes annuelles actuelles d'environ 16 °C d'après Météonorm (Figure 12) ;
- Des précipitations totales faibles d'environ 506 mm d'après Météonorm (Figure 12), Les précipitations les plus importantes sont observées au mois de novembre ;
- Un ensoleillement important avec environ 2 400 h/an, soit un seuil nettement au-dessus de la moyenne nationale.
- Un vent sec et violent, accentuant l'évapotranspiration, le dessèchement des sols et des cultures.

Les climat futur, modélisé par Météonorm prévoit une augmentation de température moyenne annuelle d'environ 2 degrés d'ici à 2050, les plus fortes augmentations de températures étant situées sur les mois de juillet, août et septembre. La pluviométrie moyenne annuelle devrait baisser d'environ 48,3 mm avec des baisses mensuelles les plus marquées entre mai et août (Figure 12).

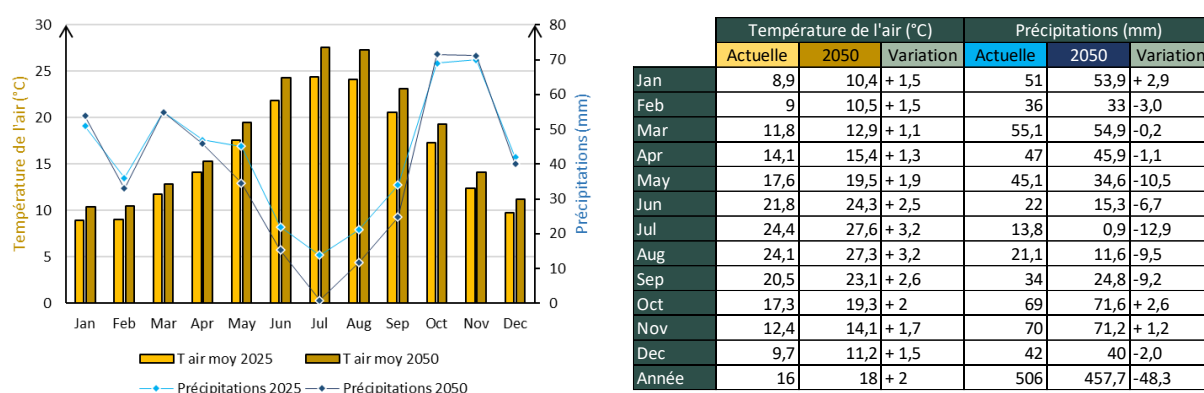


Figure 13 : Température de l'air et pluviométries mensuelles pour les années 2026 et 2050 (Météonorm)

L'évolution des variables climatiques jusqu'à présent a déjà augmenté la vulnérabilité de la vigne :

- Le nombre de jours où la température est supérieure à 35°C en juillet et août a augmenté de façon significative ( $p > 0.05$ ) entre 2006 et 2025 (Figure 14), créant des conditions d'autant plus favorables à la brûlure des feuilles et des fruits. La sensibilité à ce phénomène est accrue dans le cas de statut hydrique contraignant (Touzard & Ollat, 2024).
- L'augmentation globale des températures a conduit à un avancement des stades phénologiques de la vigne en particulier du débourrement, ce qui expose les bourgeons nouvellement ouverts à une période plus longue de risque de gel printanier (Touzard & Ollat, 2024).



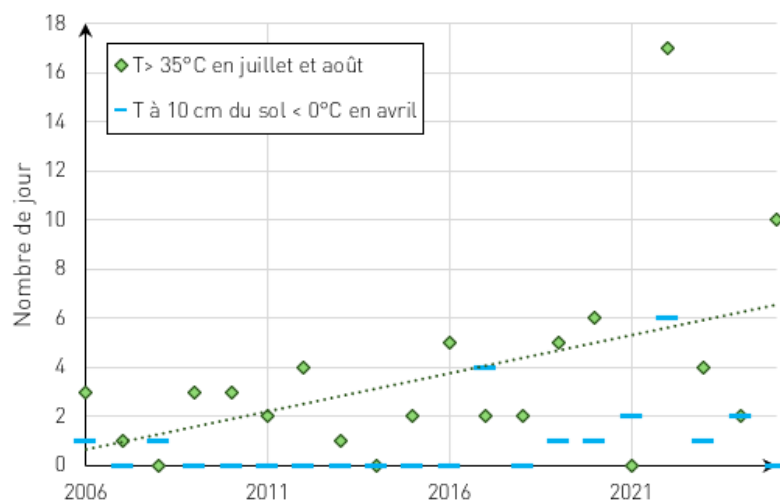


Figure 14 : Evolution du nombre de jours où la température maximale dépasse 35°C sous abri en juillet et août (d'après Météo France, 2026a)

## 4 Modélisations et évaluations des impacts agronomiques (2026-2050)

L'étude s'attardera sur l'impact agronomique de la structure agrivoltaïque sur la culture envisagée (vigne) prévue pour être implantée sous l'ombrière agrivoltaïque sur les secteurs dits « Nord » et « Sud ».

Différents indicateurs phénoclimatiques seront ainsi évalués selon les stades phénologiques :



Nombre de jours de stress hydrique  
(Nombre de jours)



Nombre de jours de gel ( $T_{min} < 0^{\circ}C$ )



Nombre de jours de stress thermique  
( $T_{max} > 25^{\circ}C$ )



Irradiance (Ombrage en % témoin ou seuil d'énergie si connu)

### 4.1 Full tracking solaire sur une culture de vigne sur la commune BAGES (66670) de climat actuel

#### 4.1.1 Définition de Full-tracking solaire

Lors du full-tracking solaire, l'optimisation du fonctionnement des trackers est faite pour la production d'énergie électrique sans tenir compte des besoins d'irradiance de la culture. C'est un fonctionnement classique de la structure photovoltaïque de « trackers » qui suivent la course du soleil. Les besoins minimums d'irradiance, différents pour chaque stade phénologique (partie 3.3.2 page 18), ne sont donc pas forcément atteints suivant le dimensionnement de la centrale.

La présente simulation vise donc à étudier si les besoins de la vigne sont satisfaits avec un fonctionnement en full-tracking solaire pour chaque stade phénologique. Le cas échéant, des règles de pilotage agronomique seront proposées pour que la culture et le rendement présentent un risque minimum de perte.

#### 4.1.2 Bilan d'irradiance annuel



Le fonctionnement des structures agrivoltaïques en « full tracking » ne satisfait pas les besoins en irradiation de la vigne sur la majorité des stades phénologiques pour la zone 1 et la zone 2 (Figure 14). Les risques d'atteinte au rendement sont forts. **Un pilotage agronomique est donc nécessaire** pour s'assurer de seuils minimaux de PAR à chaque stade phénologique.



## Modélisation full tracking données météo TMY 2026

| Irradiance                                                                                                                                              |                    |                            |                           |                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Critères visés : pas de baisse de rendement (Art R314-110) production agricole significative<br>= au moins 90% du rdt de la zone témoin (Art. R314-114) |                    |                            |                           |                             |
| Stades phénologiques                                                                                                                                    | Irradiance APV (%) | Seuil min d'irradiance (%) | Irradiation manquante (%) | Besoin irradiance satisfait |
| 1 - Débourrement                                                                                                                                        | 66,6               | 65                         | n.c.                      | ✓                           |
| 2 - Débourrement - Début floraison                                                                                                                      | 66,5               | 75                         | 11,3                      | ✗                           |
| 3 - Début floraison - Mi-floraison                                                                                                                      | 64,4               | 75                         | 14,1                      | ✗                           |
| 4 - Mi-floraison - Nouaison                                                                                                                             | 69                 | 75                         | 8                         | ✗                           |
| 5 - Nouaison - Début véraison                                                                                                                           | 68,5               | 75                         | 8,7                       | ✗                           |
| 6 - Début véraison - Fin véraison                                                                                                                       | 64,8               | 75                         | 13,6                      | ✗                           |
| 7 - Fin véraison - Maturité                                                                                                                             | 68,5               | 65                         | n.c.                      | ✓                           |
| 8 - Période post-maturité                                                                                                                               | 62,1               | 75                         | 17,2                      | ✗                           |
| Interprétation                                                                                                                                          |                    |                            |                           |                             |
| Risque d'atteinte au rendement                                                                                                                          |                    |                            | Forte                     |                             |
| Adéquation aux critères législatifs                                                                                                                     |                    |                            | ✗                         |                             |

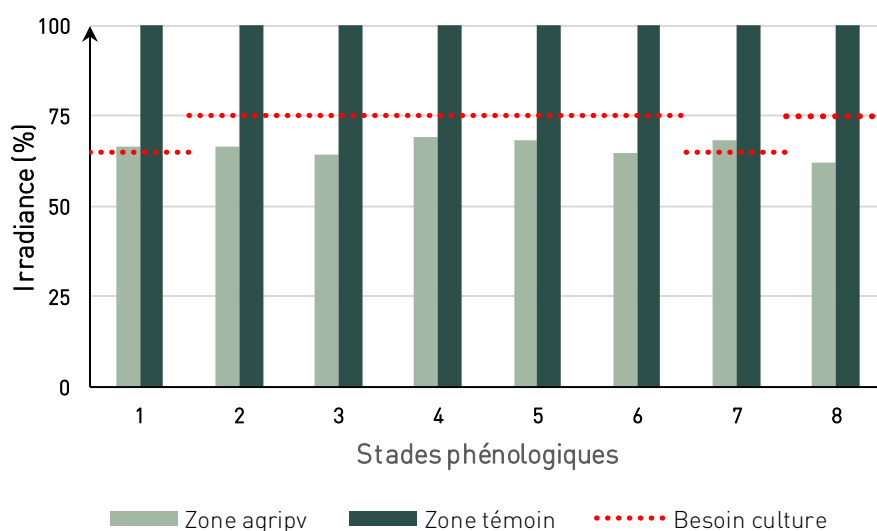


Figure 15: Bilan de l'irradiance par stade en en full trackingv[Zone 1 et zone 2]

### Conclusion intermédiaire -

Dans la configuration d'un "full tracking" le besoin en irradiation / irradiance n'est pas comblé sur la majorité des stades de développement de la vigne (seuil indiqué en rouge), le risque de perte de rendement est fort car impactant la majorité des stades. La structure contrevient au développement de la culture. Le critère législatif n'est donc pas validé et impactera le rendement.

**Le full-tracking ne sera donc pas envisagé pour ce projet,** mais bien du pilotage agronomique afin d'apporter l'irradiance suffisante à la culture.

## 4.2 Modélisation et résultat avec pilotage agronomique sous climat moyen actuel sur la commune de Bages

### 4.2.1 Objectifs du pilotage par stade

Les objectifs du pilotage par stade ou **tracking agronomique** :

- Optimiser la synergie entre la structure agrivoltaïque et la production agricole en proposant un pilotage agronomique adapté à chaque culture du projet ;
- Proposer un pilotage de partage lumineux compatibles avec les objectifs de maintien de la production agricole : un niveau d'irradiance minimum est proposé à chaque stade phénologiques dans le but de limiter le risque de diminution du rendement occasionné par la structure.
- **Ce pilotage donne la priorité à la production agricole**, le productible peut s'en trouver plus ou moins fortement diminué ;
- Décrire un pilotage agronomique (« *Effet du pilotage sur la vulnérabilité et le stress abiotique* ») afin de protéger les cultures contre les aléas climatiques (gel, pluie, stress hydrique, thermique);
- Evaluer la synergie entre le pilotage et le rendement agricole par rapport au témoin dans le contexte climatique actuel et selon des indicateurs phénoclimatiques préalablement définis ;
- Evaluer la perte de productible électrique associée au pilotage.

Les indicateurs phénoclimatiques principaux, évalués selon les stades phénologiques :



Nombre de jours de stress hydrique



Nombre de jours de gel ( $T_{min} < 0^{\circ}C$ )



Nombre de jours de stress thermique ( $T_{max} > 25^{\circ}C$ )



Irradiance (Ombrage en %témoin ou seuil d'énergie si connu)

### 4.2.2 Stratégie de pilotage

#### Pilotage recommandé :

Afin de limiter au maximum l'impact de la structure sur le rendement agricole, le pilotage vise à assurer 75% d'irradiance sur la majorité des stades (du début floraison à début véraison ainsi qu'en post-maturité) et 65% d'irradiance aux stades moins critiques (débourrement, fin véraison).



### 4.2.3 Bilan d'irradiance pour la vigne en tracking agronomique

Le fonctionnement des structures agrivoltaiques en « tracking agronomique » satisfait les besoins en irradiation de la vigne sur l'ensemble des stades phénologiques (Figure 16: Bilan de l'irradiance par stade en tracking agronomique (zone 1 et zone 2) données Agrisoleo). Les risques d'atteinte au rendement sont faibles, le critère législatif de maintien du rendement serait satisfait.

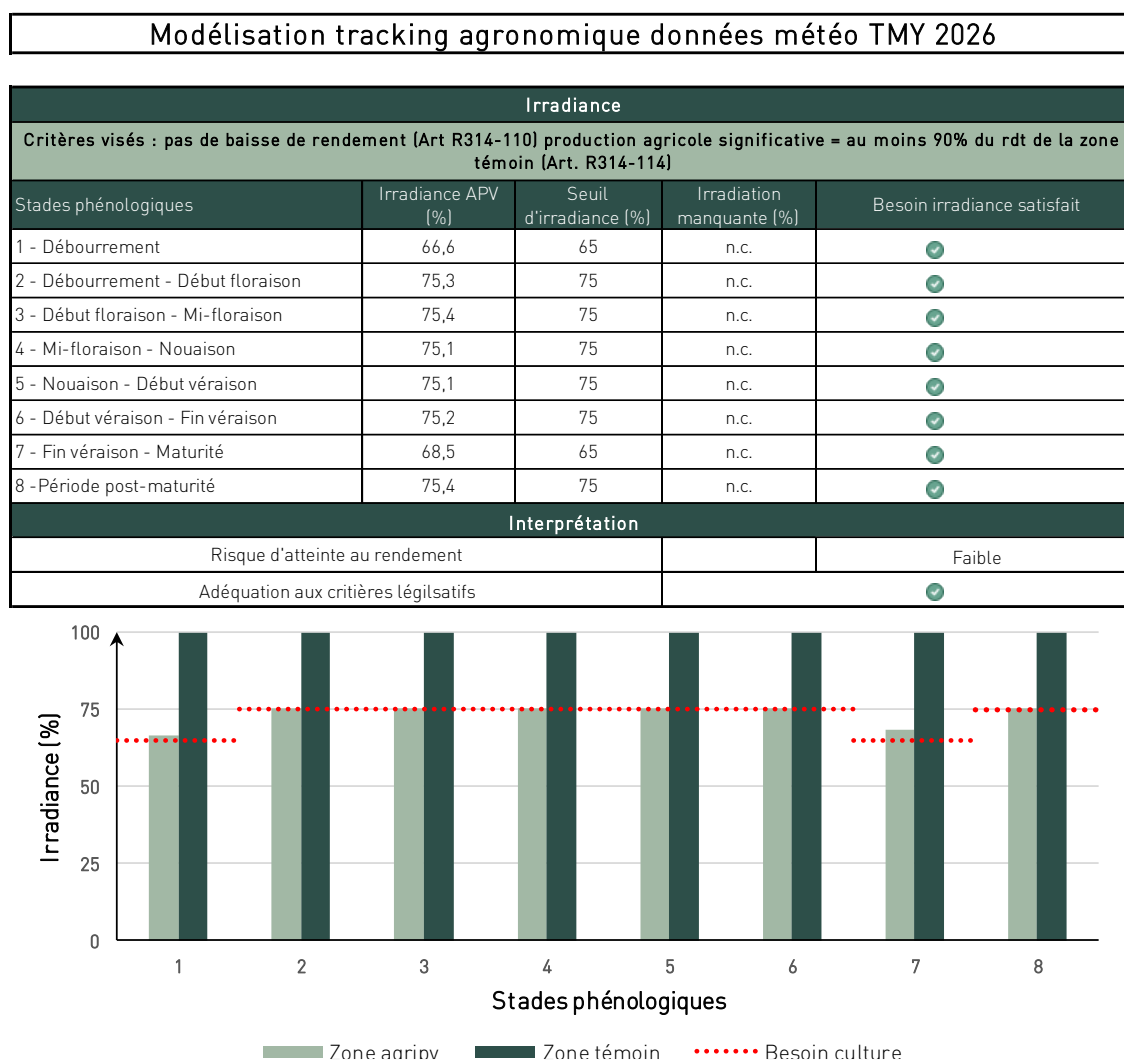


Figure 16: Bilan de l'irradiance par stade en tracking agronomique (zone 1 et zone 2) données Agrisoleo

#### Conclusion intermédiaire :

Dans la configuration d'un "tracking agronomique" ou "pilotage agronomique" le besoin en irradiance est comblé sur l'ensemble des stades de développement de la vigne, le risque de perte de rendement est alors faible. La structure convient au développement de la culture. Le critère législatif est donc validé.

## 4.2.4 Impact sur le stress hydrique



La diminution de l'irradiance directe sur la culture par l'ajout d'une structure agrivoltaïque modifie l'ETP de la culture et **diminue ainsi le stress hydrique de la culture**. Ce dernier est retardé pour les deux zones considérées (zone 1 et zone 2).

Ainsi, le nombre de jours sous contrainte hydrique forte est diminuée de 21 jours en présence de la structure par rapport à la zone témoin pour **la zone 1**. **Le nombre de jours où la culture est en stress hydrique sur l'année est diminué de 14% (31 jours en moins)**.

Par ailleurs, le nombre de jours où la réserve en eau est plus importante avec les structures est de 312 jours (Figure 17).

| Bilan hydrique                                                                       |                     |                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------|
| Critères visés : diminution évapotranspiration, confort hydrique amélioré (R314-111) |                     |                                       |
| Nombre de jours où la réserve en eau est plus importante avec les structures agripv  |                     |                                       |
| 312                                                                                  |                     | ✓                                     |
| Interprétation                                                                       |                     |                                       |
| Diminution de l'évapotranspiration                                                   |                     | ✓                                     |
| Confort hydrique                                                                     | Nb jour zone témoin | Variation zone agripv vs. zone témoin |
| Contrainte hydrique forte à très forte : <b>Inférieur à 7% RU</b>                    | 125                 | -21 j (-16,8%)                        |
| Contrainte hydrique modéré : <b>Compris entre 7 à 20% RU</b>                         | 45                  | -9 j (-20 %)                          |
| Contrainte faible : <b>plus de 20% RU</b>                                            | 51                  | -1 j (-2 %)                           |
| Jours de contrainte hydrique annuel                                                  | 221                 | -31 j (-14 %)                         |
| Interprétation                                                                       |                     |                                       |
| Amélioration du confort hydrique sur l'année                                         |                     | ✓                                     |
| Adéquation aux critères législatifs                                                  |                     | ✓                                     |

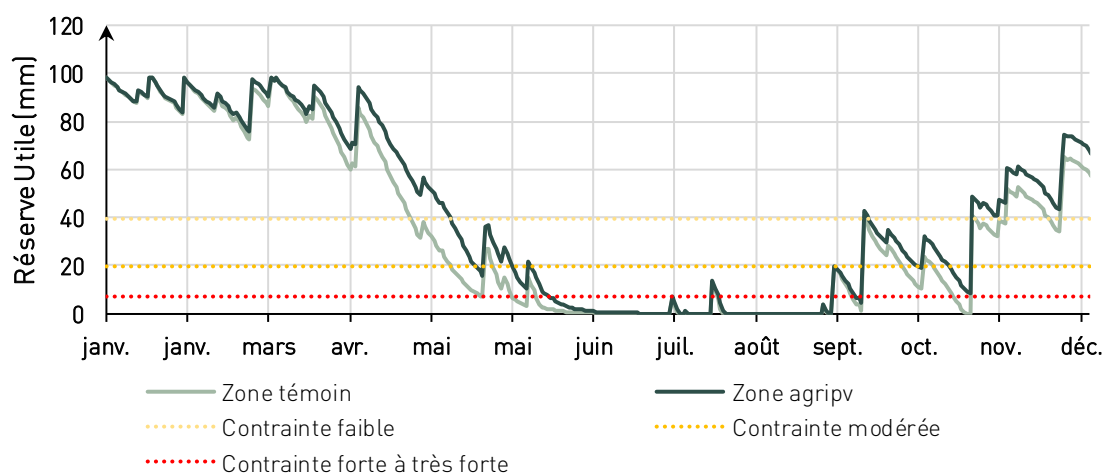


Figure 17: Bilan hydrique en fonctionnement tracking agronomique, zone 1, données Agrisoléo

Pour la **Zone 2**, le nombre de jours sous contrainte hydrique forte est diminué de 26 jours sous la structure par rapport à son témoin. **Le nombre de jours de stress hydrique sur l'année est réduit de 9,3 % (soit 20 jours en moins)**.

Enfin, le nombre de jours où la réserve en eau est plus importante avec les structures s'élève à 357 jours (Figure 18).



| Bilan hydrique                                                                       |              |                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------------------|
| Critères visés : diminution évapotranspiration, confort hydrique amélioré (R314-111) |              |                                       |
| Nombre de jours où la réserve en eau est plus importante avec les structures agripv  |              |                                       |
| 357                                                                                  |              | ✓                                     |
| Interprétation                                                                       |              |                                       |
| Diminution de l'évapotranspiration                                                   |              | ✓                                     |
| Confort hydrique                                                                     | Nb jour zone | Variation zone agripv vs. zone témoin |
| Contrainte hydrique forte à très forte : <b>Inférieur à 7% RU</b>                    | 109          | -26 j (-23,9%)                        |
| Contrainte hydrique modéré : <b>Compris entre 7 à 20% RU</b>                         | 52           | + 6 j (+11,5%)                        |
| Contrainte faible : <b>plus de 20% RU</b>                                            | 55           | + 0 j ~                               |
| Jours de contrainte hydrique annuel                                                  | 216          | -20 j (-9,3 %)                        |
| Interprétation                                                                       |              |                                       |
| Amélioration du confort hydrique sur l'année                                         |              | ✓                                     |
| Adéquation aux critères législatifs                                                  |              | ✓                                     |

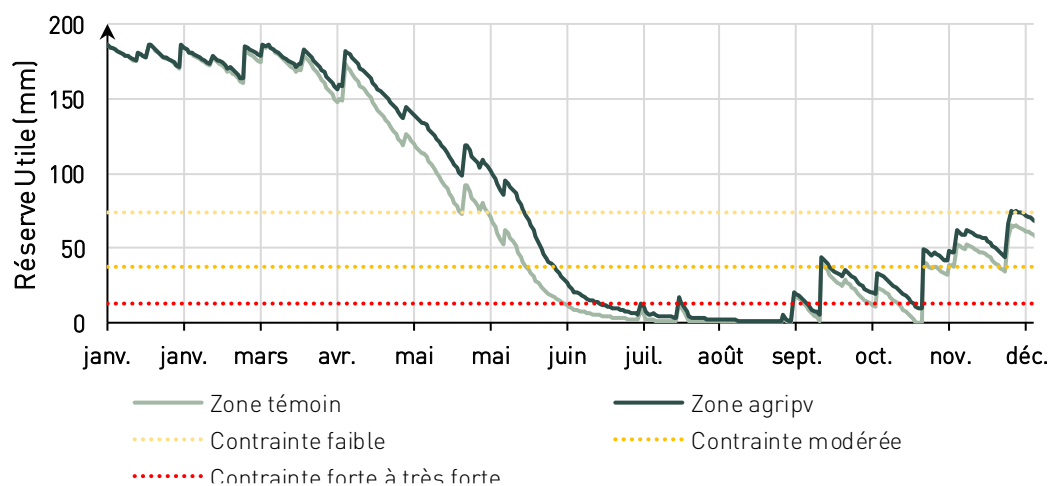


Figure 18: Bilan hydrique en fonctionnement tracking agronomique, zone 2, données Agrisoléo

La réserve utile est consommée moins vite pour la zone 1 et la zone 2, les jours de stress hydrique sont moins nombreux, le critère législatif est validé.

## 4.2.5 Impact sur le stress thermique



Les structures agrivoltaïques induisent une diminution de la température en particulier lorsque cette dernière devient chaude (cf. 2.2.3 p.13). Ainsi, l'ajout de structures agrivoltaïques impacte positivement le stress thermique qui est diminué en leur présence. Le nombre de jours échaudant est ainsi réduit de 6 jours en présence de structure lors de la nouaison / début véraison ou encore de 10 jours en fin véraison /maturité. Au total, le nombre de jours échaudant est diminué de 22 jours (-40% de jours échaudant) (Figure 19).

Par ailleurs, les structures agrivoltaïques permettant une augmentation de +2 °C lorsque la température de l'air est négative, une protection vis-à-vis du gel serait attendue vis-à-vis de ces événements lorsque la température n'est pas en dessous de -2°C (logiciel Agrisoleo, Équation 3). Les simulations de températures par Météonorm ne simulent pas de jours de gel sur l'ensemble des stades phénologiques de la vigne. Néanmoins, il s'agit ici de tendance ce qui n'exclut pas la présence de gel lors d'évènements extrêmes.

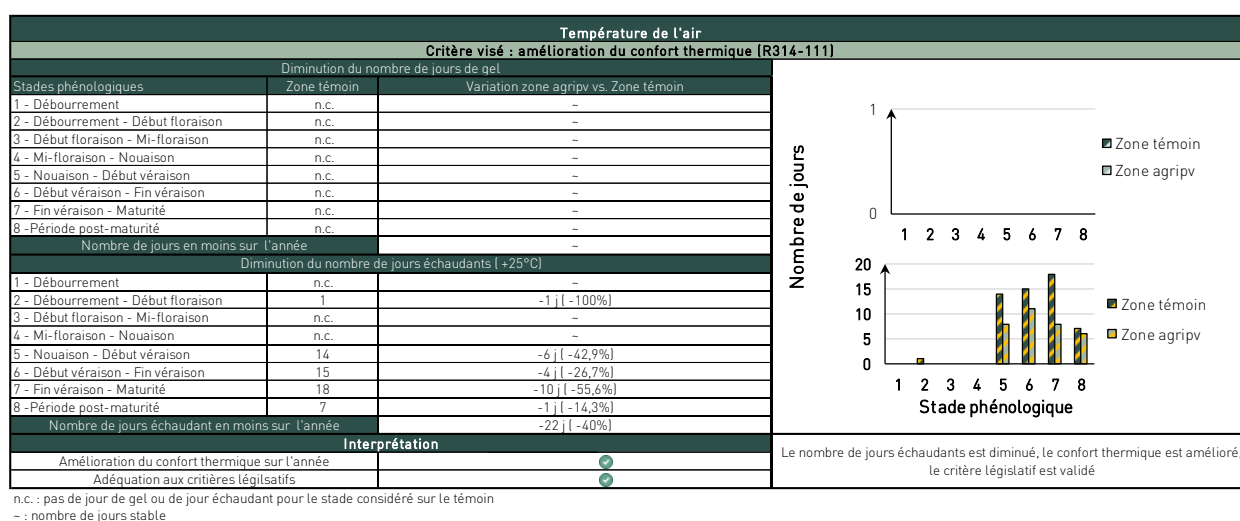


Figure 19: Température de l'aire et confort thermique en fonctionnement tracking agronomique (Zone 1 et Zone 2), 2026, données Agrisoleo

La structure agrivoltaïque ne protège pas des épisodes de gels qui sont inexistantes, mais protège du nombre de jours échaudant (-22j) soit une baisse de 40% par rapport à la zone témoin

## 4.2.6 Différence de productible

Avec le pilotage agronomique, le développeur priorise le bénéfice agronomique au détriment de la production maximum d'énergie. On parle alors d'une dégradation du productible. Le productible électrique annuel en full tracking pour le tracker 1H du projet sur vigne (TOS = 45,6%) est de 1732,1 kWh/kWc ; soit environ -8,2% par rapport à la situation en « full tracking » (Tableau 8) avec une dégradation plus forte lors des stades de floraison – nouaison pendant les mois de mai à juillet (Figure 20).

Tableau 10 : Productibilité annuel

| Full tracking                      | Productible annuel (kWh/kWc) |
|------------------------------------|------------------------------|
|                                    | 1732,1                       |
| Pilotage agronomique               | 1590,2                       |
| Différence de productible annuelle | -141,9 (-8,2%)               |

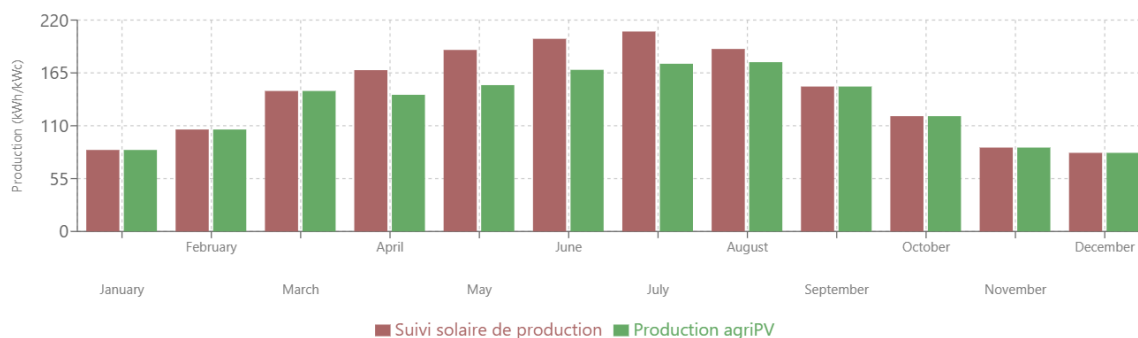


Figure 20 : Bilan du productible en full tracking et pilotage agronomique par mois en année 2026

## 4.3 Modélisation et résultat avec pilotage agronomique sous climat futur (2050)

L'étude s'attardera également à étudier l'impact agronomique de la structure agrivoltaïque sur la culture envisagée (vigne) prévues pour être implantés sous la pergola agrivoltaïque en prenant en compte le climat futur (2050) :

- Le besoin en irradiance par stade phénologique ;
- Le stress hydrique (en lien avec les besoins en eau de la culture) ;
- Le stress thermique chaud (jours >25°C ou >35°C) ;
- Le stress thermique froid (jours <0°C dit nombre de jour de gel).

### 4.3.1 Bilan d'irradiance pour la vigne en tracking agronomique

Le fonctionnement des structures agrivoltaiques en « tracking agronomique » satisfait les besoins en irradiation de la vigne sur l'ensemble des stades phénologiques (Figure 21). Les risques d'atteinte au rendement sont faibles, le critère législatif de maintien du rendement serait satisfait.

#### Modélisation tracking agronomique données météo TMY 2050

| Irradiance                                                                                                                                           |                    |                        |             |                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------|-------------|-----------------------------|
| Critères visés : pas de baisse de rendement (Art R314-110) production agricole significative = au moins 90% du rdt de la zone témoin (Art. R314-114) |                    |                        |             |                             |
| Stades phénologiques                                                                                                                                 | Irradiance APV (%) | Seuil d'irradiance (%) | Irradiation | Besoin irradiance satisfait |
| 1 - Débourrement                                                                                                                                     | 65,3               | 65                     | n.c.        | ✓                           |
| 2 - Débourrement - Début floraison                                                                                                                   | 75,4               | 75                     | n.c.        | ✓                           |
| 3 - Début floraison - Mi-floraison                                                                                                                   | 75                 | 75                     | n.c.        | ✓                           |
| 4 - Mi-floraison - Nouaison                                                                                                                          | 75,2               | 75                     | n.c.        | ✓                           |
| 5 - Nouaison - Début véraison                                                                                                                        | 75,1               | 75                     | n.c.        | ✓                           |
| 6 - Début véraison - Fin véraison                                                                                                                    | 75,2               | 75                     | n.c.        | ✓                           |
| 7 - Fin véraison - Maturité                                                                                                                          | 65,7               | 65                     | n.c.        | ✓                           |
| 8 - Période post-maturité                                                                                                                            | 75,3               | 75                     | n.c.        | ✓                           |
| Interprétation                                                                                                                                       |                    |                        |             |                             |
| Risque d'atteinte au rendement                                                                                                                       |                    |                        | Faible      |                             |
| Adéquation aux critères législatifs                                                                                                                  |                    |                        | ✓           |                             |

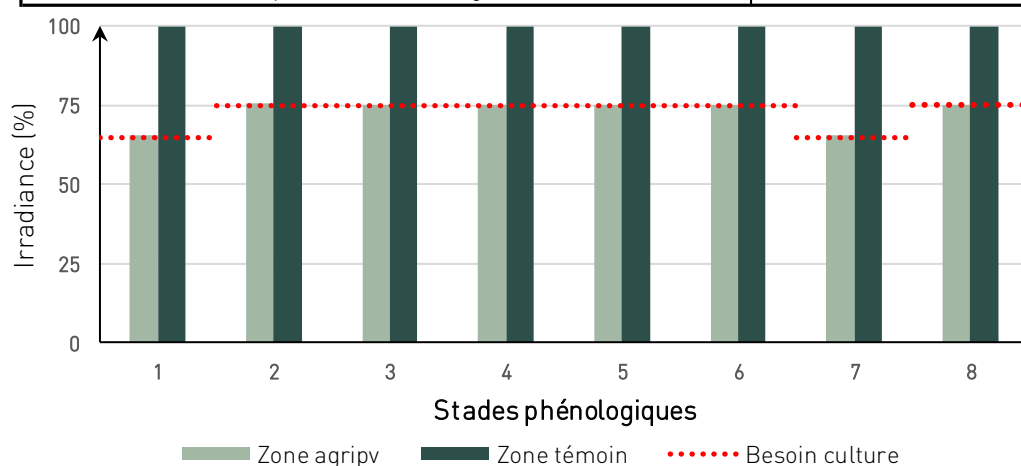


Figure 21: : Bilan de l'irradiance par stade en tracking agronomique (2050)

### 4.3.2 Impact sur le stress hydrique



La diminution de l'irradiance directe sur la culture par l'ajout d'une structure agrivoltaïque modifie l'ETP de la culture et **diminue ainsi le stress hydrique de la culture**. Ce stress dernier est retardé pour les deux secteurs considérés.

Pour la zone 1 le nombre de jours sous contrainte hydrique forte à très forte et contrainte hydrique, modérée est réduite respectivement de **11 jours (-7,3%)** et de **5 jours (-25%)** en présence de la structure agriPV par rapport à la zone témoin. De plus, le nombre de jours durant lesquels la culture est en stress hydrique sur l'année diminue de **11,9% (23 jours en moins)**. La baisse du nombre de jours de stress hydrique modéré, sévère et total témoigne de **l'impact positif** de la structure sur le développement de la culture. (Figure 22)

| Bilan hydrique                                                                       |  |                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Critères visés : diminution évapotranspiration, confort hydrique amélioré (R314-111) |  |                                                                                       |
| Nombre de jours ou la réserve en eau est plus importante avec les structures APV     |  |                                                                                       |
| 268                                                                                  |  |    |
| Interprétation                                                                       |  |                                                                                       |
| Diminution de l'évapotranspiration                                                   |  |    |
| Confort hydrique                                                                     |  | Nb jour                                                                               |
|                                                                                      |  | Variation zone agripv vs. zone témoin                                                 |
| Contrainte hydrique forte à très forte : <b>Inférieur à 7% RU</b>                    |  | 151 -11 j (-7,3%)                                                                     |
| Contrainte hydrique modéré : <b>Compris entre 7 à 20% RU</b>                         |  | 20 -5 j (-25 %)                                                                       |
| Contrainte faible : <b>plus de 20% RU</b>                                            |  | 22 -7 j (-31,8 %)                                                                     |
| Jours de contrainte hydrique annuel                                                  |  | 193 <b>-23 j</b> (-11,9 %)                                                            |
| Interprétation                                                                       |  |                                                                                       |
| Amélioration du confort hydrique sur l'année                                         |  |  |
| Adéquation aux critères léislatifs                                                   |  |  |

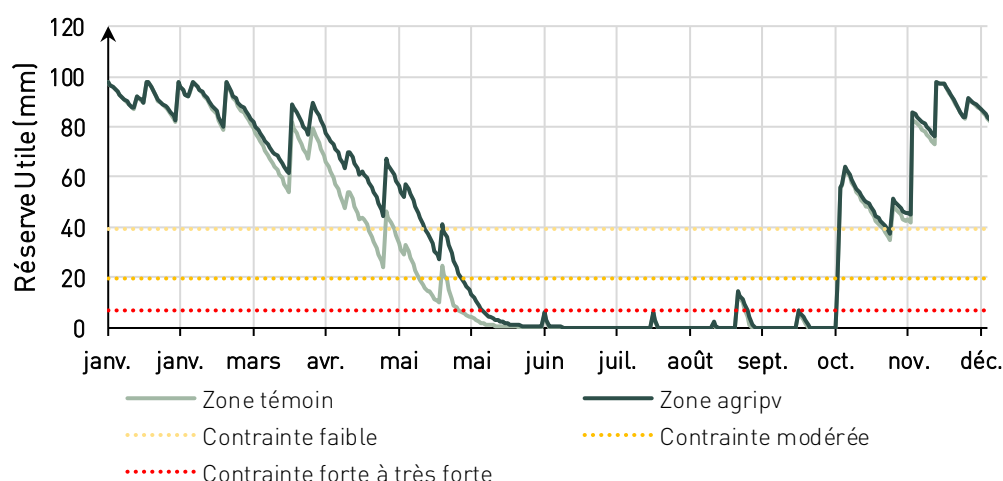


Figure 22: Bilan hydrique en structure mobile solaire à horizon 2050, zone 1, données Agrisoléo

Le nombre de jours sous contrainte hydrique forte à très forte et contrainte hydrique, modérée est réduite respectivement de **19 jours (-14,4%)** en présence de la structure agriPV par rapport à la zone témoin pour la zone 2. De plus, le nombre de jours durant lesquels la culture est en stress hydrique sur l'année diminue de **7,4% (14 jours en moins)**. La baisse du nombre de jours de stress hydrique modéré, sévère et total témoigne de **l'impact positif** de la structure sur le développement de la culture. (Figure 23)



| Bilan hydrique                                                                       |                     |                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------|
| Critères visés : diminution évapotranspiration, confort hydrique amélioré (R314-111) |                     |                                       |
| Nombre de jours où la réserve en eau est plus importante avec les structures APV     |                     |                                       |
| 356                                                                                  |                     | ✓                                     |
| Interprétation                                                                       |                     |                                       |
| Diminution de l'évapotranspiration                                                   |                     | ✓                                     |
| Confort hydrique                                                                     | Nb jour Zone Témoin | Variation zone agripv vs. zone témoin |
| Contrainte hydrique forte à très forte : <b>Inférieur à 7% RU</b>                    | 132                 | -19 j (-14,4%)                        |
| Contrainte hydrique modéré : <b>Compris entre 7 à 20% RU</b>                         | 17                  | +6 j (+35,3%)                         |
| Contrainte faible : <b>plus de 20% RU</b>                                            | 40                  | -1 j (-2,5%)                          |
| Jours de contrainte hydrique annuel                                                  | 189                 | <b>-14 j</b> (-7,4%)                  |
| Interprétation                                                                       |                     |                                       |
| Amélioration du confort hydrique sur l'année                                         |                     | ✓                                     |
| Adéquation aux critères législatifs                                                  |                     | ✓                                     |

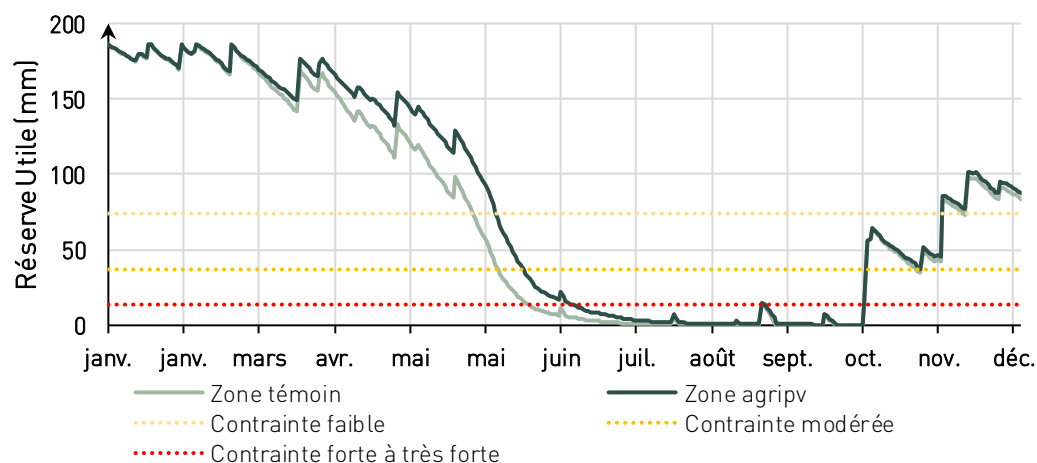


Figure 23: Bilan hydrique en structure mobile solaire à horizon 2050, zone 2, données Agrisoléo

La réserve utile est consommée moins vite, les jours de stress hydrique sont moins nombreux, il y a bien atténuation des effets du changement climatique.

### 4.3.3 Impact sur le stress thermique



Le nombre de jours chauds de plus de 25°C présente une baisse de **29,9%** (-20 jours) par rapport à une zone sans panneau pour les deux zones (zone 1 et zone 2) (Figure 24) c'est-à-dire une amélioration du confort thermique pour la culture.

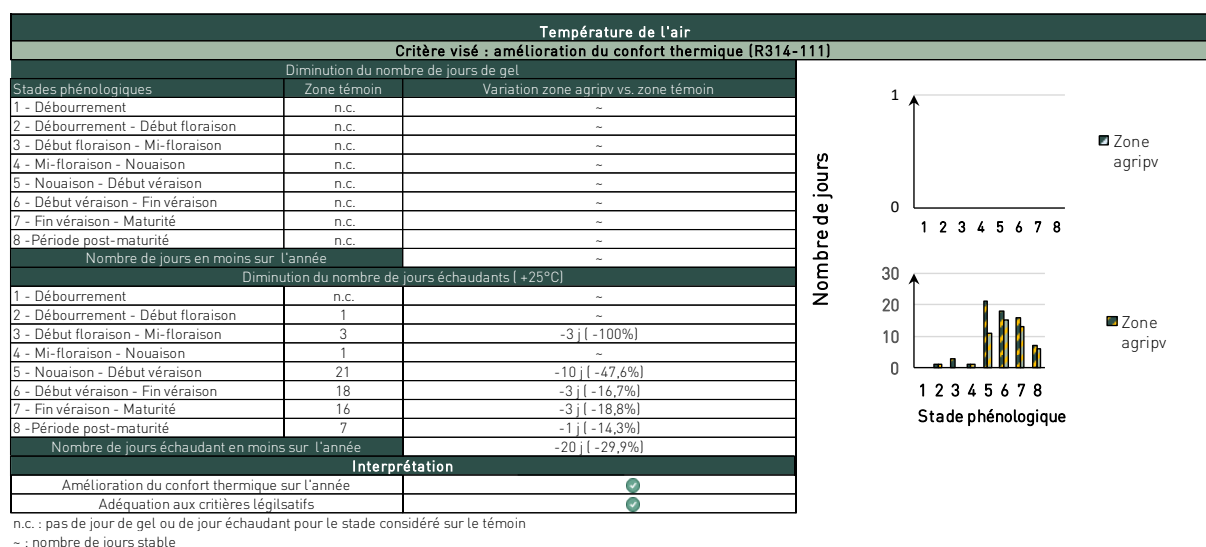


Figure 24 : Température de l'aire et confort thermique en fonctionnement tracking agronomique (zone 1 et zone 2)

Le nombre de jours échaudants est diminué, le confort thermique est amélioré, il y a bien atténuation des effets du changement climatique.

## 5 Synthèse et recommandations agronomiques

La structure agrivoltaïque démontre, aux deux horizons considérés (statistiquement en **2026** et à horizon **2050**) les différents bénéfices agronomiques suivants sur la culture de vigne vis-à-vis des stress abiotiques :

- Un bénéfice sur le stress thermique (*nombre de jours échaudant*) ;
- Un bénéfice sur le stress hydrique (*nombre de jours en stress hydrique*) ;
- Une protection potentielle contre les épisodes de gel avec la capacité à augmenter de +2°C la température sous panneau, bien que l'occurrence ne soit pas ressortie de manière statistique ;
- Une protection contre les brûlures lors des journées chaudes ;

En même temps qu'elle ne contrevient pas au développement de la culture à savoir via le respect des seuils d'irradiance nécessaires à la culture par stade phénologique. Ceci est rendu possible en assurant un pilotage agronomique suffisant qui assure une irradiance minimale tout en apportant les services agronomiques quantifiables

Tableau 11 : Récapitulatif de l'impact de la structure agrivoltaïque sur les bénéfices agronomiques en 2026 et à horizon 2050 (zone 1 et zone 2)

|                             |        | <br>Irradiance<br>(ombrage en %témoin<br>ou seuil d'énergie si<br>connu) | <br>Risque<br>d'atteinte<br>au<br>rendement | <br>Réduction du<br>stress<br>hydrique<br>(nombre de | <br>Gel<br>(Nombre de<br>jours de gel<br>Tmin < 0°C) | <br>Réduction du stress thermique<br>(nombre de jours de stress thermique<br>Tmax > 25°C) |
|-----------------------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Full tracking               | Zone 1 | 6 stades dont les besoins en irradiation ne sont pas comblés                                                                                                | Forte                                                                                                                          | -35 j ( ~-15,8 %)                                                                                                                       | n.c.                                                                                                                                     | -22 j ( -40%) dont -20 jours en moins pendant la véraison                                                                                                                      |
|                             | Zone 2 |                                                                                                                                                             |                                                                                                                                | -22 j ( ~-10,2 %)                                                                                                                       |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                |
| Tracking agronomique (2026) | Zone 1 | 0 stade dont les besoins en irradiation ne sont pas comblés                                                                                                 | Faible                                                                                                                         | -31 j ( -14 %)                                                                                                                          | n.c.                                                                                                                                     | -22 j ( -40%) dont -20 jours en moins pendant la véraison                                                                                                                      |
|                             | Zone 2 |                                                                                                                                                             |                                                                                                                                | -20 j ( -9,3 %)                                                                                                                         |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                |
| Tracking agronomique (2050) | Zone 1 | 0 stade dont les besoins en irradiation ne sont pas comblés                                                                                                 | Faible                                                                                                                         | -23 j ( -11,9 %)                                                                                                                        | n.c.                                                                                                                                     | -20 j ( -29,9%) dont -16 jours en moins pendant la véraison                                                                                                                    |
|                             | Zone 2 |                                                                                                                                                             |                                                                                                                                | -14 j ( -7,4 %)                                                                                                                         |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                |

**De manière globale la structure solaire agrivoltaïque apporte des bénéfices agronomiques importants à la culture conforme aux attentes de la loi APER.**

Le pilotage agronomique consistant à effacer les panneaux pour prioriser les besoins en irradiance de la vigne, il conviendrait de prendre en compte la variation de l'activité photosynthétique de la culture entre mai et juillet. Les panneaux devraient donc être effacés en priorité le matin pour conserver la période où l'activité photosynthétique est optimale et conserver leur fonctionnement en particulier vers midi pour assurer une baisse de la température et de l'irradiation sur la vigne.

Un suivi agronomique pluriannuel permettra d'évaluer les critères quantitatifs et qualitatifs de la culture et pouvoir la comparer à la zone témoin définie sur la zone.



Les indicateurs agronomiques pourront inclure : *le rendement, la sucrosité, l'acidité, la teneur en polyphénols, une évaluation de la qualité des arômes, une mesure des brûlures, une mesure d'observation de la qualité des feuilles et de leur teneur en chlorophylle.*

Le protocole de suivi agronomique devra être validé conjointement avec l'interprofession agricole en lien avec la vigne et les organismes consulaires départementales pour définir un cadre homogène de suivi des indicateurs de production agricole en lien également avec le marché visé (Armagnac par exemple).

Ce suivi pourra être réalisé par un tiers mandaté à l'ordre des experts agricoles selon les préconisations techniques de la filière viticole.

### **En conclusion**

Le présent projet de M. Henric sur la commune de Bages (66670) répond aux attentes de la loi et de son article L314-36 du 12 mars 2023 puisqu'il assure que :

- La production tend à être durable dans le temps
- La structure apporte au moins l'un de ces services agronomiques : amélioration du potentiel et de l'impact agronomique, adaptation au changement climatique, protection contre les aléas)
- La structure ne porte pas atteinte de manière substantielle à l'un des services agronomiques et ne porte pas atteinte de manière limitée à deux de ces services
- La production agricole est l'activité principale de la parcelle agricole
- La structure est réversible

Le critère législatif est ainsi atteint.

Le suivi agronomique mandaté à l'ordre des experts agricoles permettra de s'assurer quantitativement et de manière pluriannuelle des attentes en termes de services.

# Bibliographie

---

- Article L314-36 - Code de l'énergie. [2023, mars 12]. *Article L314-36—Code de l'énergie—Légifrance*. [https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article\\_lc/LEGIARTI000047298015](https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000047298015)
- Beck, M., Bopp, G., Goetzberger, A., Obergfell, T., Reise, C., & Schindele, S. [2012]. *COMBINING PV AND FOOD CROPS TO AGROPHOTOVOLTAIC – OPTIMIZATION OF ORIENTATION AND HARVEST*. EUPVSEC Proceedings.
- Cunty, C., & Chaix-Bryan, A. [2021]. *L'OMBRAGE DES VIGNES PAR FILETS : UNE PISTE PROMETTEUSE FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE*.
- Décret n° 2024-318 du 8 avril 2024 relatif au développement de l'agrivoltaïsme et aux conditions d'implantation des installations photovoltaïques sur des terrains agricoles, naturels ou forestiers, 2024-318 [2024].
- Destrac-Irvine, A., Gowdy, M., Suter, B., Goupil, W., Thibon, C., Ollat, N., Darriet, P., Parker, A., & Van Leeuwen, C. [2020]. La diversité des cépages est une puissante ressource d'adaptation au changement climatique. *Revue Française d'Oenologie*, 297, 7.
- Feilhes, C., & Dufourcq, T. [2025]. *Des filets de protection face aux aléas climatiques : Conséquences sur la vigne, les raisins et les vins*. 25-33. <https://www.vignevin.com/wp-content/uploads/2025/01/Actes-8emes-assises-web.pdf>
- Gigant, P., Godard, C., Guellim, A., Thuel, B., & Heraud, S. [2024]. Case Study of Impact Evaluation of Agrivoltaic Structure Sizing on Water Availability for Wheat Microclimate Simulations for Agrivoltaics System Performance Assessment. *The 4th World Conference on Agrivoltaics*. AgriVoltaics World Conference 2023, Daegu, Korea & Online.
- IFV. [2022]. *Etude des filets paragrêle sur l'ombrage de la vigne*. Institut Français de la vigne et du vin. <https://www.vignevin.com/article/etude-des-filets-paragrele-sur-lombrage-de-la-vigne/>
- INRAe, INAO, FranceAgriMer, Montpellier SupAgro, & CNRS. [2019]. *La vigne, le vin et le changement climatique en France*.
- Jacquart, C., & Choissnel, E. [1995]. Un modèle de bilan hydrique simplifié à deux réservoirs utilisable en agrométéorologie. *La Météorologie*, 9, 29-44. <https://doi.org/10.4267/2042/51939>
- Joly, D., Brossard, T., Cardot, H., Cavailhes, J., Hilal, M., & Wavresky, P. [2010]. Les types de climats en France, une construction spatiale. *Cybergeo: European Journal of Geography*, 22.
- Katerji, N., & Daudet, F.-A. [1986]. Etude in-situ du fonctionnement hydrique et photosynthétique d'une vigne conduite en lyre. *Agronomy*, 6(8), 709-716.
- Katul, G. G. [2023]. Agrivoltaics in Color : Going From Light Spectra to Biomass. *Earth's Future*, 11(5), e2023EF003512. <https://doi.org/10.1029/2023EF003512>
- Keller, M. [2010]. *The Science of Grapevines : Anatomy and Physiology*. Academic Press.
- Leeuwen, C. van, & Darriet, P. [2016]. The Impact of Climate Change on Viticulture and Wine Quality. *Journal of Wine Economics*, 11(1), 150-167. <https://doi.org/10.1017/jwe.2015.21>
- Météo France. [2025a]. *Données climatologiques de base—Quotidiennes département du Gers* [Jeu de données]. <https://meteo.data.gouv.fr/datasets/656b9b51ae64326786e4e8e1a>
- Morlat, R., & Bodin, F. [2006]. Characterization of Viticultural Terroirs using a Simple Field Model Based on Soil Depth – II. Validation of the Grape Yield and Berry Quality in the Anjou Vineyard (France). *Plant and Soil*, 281(1), 55-69. <https://doi.org/10.1007/s11104-005-3769-z>
- Ojeda, H., Andary, C., Kraeva, E., Carbonneau, A., & Deloire, A. [2002]. Influence of Pre- and Postveraison Water Deficit on Synthesis and Concentration of Skin Phenolic Compounds during Berry Growth of *Vitis vinifera* cv. Shiraz. *American Journal of Enology and Viticulture*, 53(4), 261-267.
- Oliveira, M., Teles, J., Barbosa, P., Olazabal, F., & Queiroz, J. [2014]. Shading of the fruit zone to reduce grape yield and quality losses caused by sunburn. *OENO One*, 48(3), 179-187. <https://doi.org/10.20870/oenone.2014.48.3.1579>
- Ollat, N., & Touzard, J.-M. [2014]. Stress hydrique et adaptation au changement climatique pour la viticulture et l'oenologie : Le projet LACCAGE. *Innovations Agronomiques*, 38, 131-141. <https://doi.org/10.17180/0s3q-8a39>

- Razungles, A., Bureau, S., & Baumes, R. (2000). *Effet de l'ombrage respectif des ceps et des grappes de Muscat sur leurs teneurs en composés volatils libres et glycosyles et en précurseurs d'arômes caroténoïdiques*. IVES Conference Series | Terroir 2000.
- Reynier, A. (2016). La physiologie de la vigne. In *Manuel de viticulture* (Lavoisier Tec&Doc, p. 608).
- Rienth, M., Vigneron, N., Darriet, P., Sweetman, C., Burbidge, C., Bonghi, C., Walker, R. P., Famiani, F., & Castellarin, S. D. (2021). Grape berry secondary metabolites and their modulation by abiotic factors in a climate change scenario—a review. *Frontiers in Plant Science*, 12, 1-26. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.643258>
- Steov, K., & Slavtcheva, T. (1982). La photosynthèse nette chez la vigne (*V. vinifera* L.) et les facteurs écologiques. *Connaissance Vigne Vin*, 16(3), 171-185.
- Sun Agri. (2023). *Sun'Agri révèle ses résultats agronomiques 2023 qui démontrent l'utilité concrète de l'agrivoltaïsme dynamique pour les cultures*. <https://sunagri.fr/le-mag-sunagri/sunagri-revele-ses-resultats-agronomiques-2023-qui-demonstrent-lutilite-concrete-de-lagrivoltaisme-dynamique-pour-les-cultures>
- TechniLoire. (2025). *E-terroir*.
- TechniLoire, InterLoire, & IFV. (2025). *Cartographie géo-pédologique des vignobles* [Carte]. <https://eterroir-techniloire.com/>
- Touzard, J.-M., & Ollat, N. (2024). *Vigne, vin et changement climatique* (Quae).
- Valverde, E. (2024). *Impacts de différentes méthodes d'ombrage sur la vigne dans un contexte de changement climatique* (p. 63). Institut agro Rennes Angers, Chambre d'agriculture de la Drôme. <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04891217/document>
- Zufferey, V., & Murisier, F. (2009). Photosynthèse de la vigne (cv. Chasselas), influence du régime hydrique. *Revue suisse Vitic. Hortic.*, 41(5), 309-3012.



« Décrypter au plus juste  
pour construire des stratégies robustes »

## EXPERTISES RECONNUES



Agriculture  
& terroir



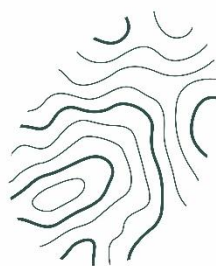
Hydrologie  
régénérative



Agrivoltaïsme  
durable



Pédologie &  
gestion des sols



# SILLONS & CO

BY INOSIUM

### BUREAU D'ÉTUDES AGRICOLES



ALIMENTATION - EAU - TERRITOIRE

VOTRE  
CONTACT



Xavier Riveau

@xavier.riveau@inosium.com

06.87.47.19.88

www.inosium.com



Mentions légales :

INOSIUM - SASU au capital de 1 000 € - 944 215 664 R.C.S. Saint-Étienne - SIRET : 944 215 664 00011 Code APE : 74.90B  
TVA intracommunautaire : FR42944215664 - Siège social : 143 chemin des Giraudières 42170 St-Just-St-Rambert

Conception graphique [www.CréaBenG.com](http://www.CréaBenG.com)

## **9.4 ANNEXE 4 – Argumentaire Technique et Etude Technico-Economique**



SILLONS & CO  
BY INOSIUM

*Traçons l'avenir ensemble*

*Cité du Design  
2 Allée Marcel Gonin  
42000 Saint-Etienne*

## **Argumentaire Technique Complémentaire**

### **Projet agrivoltaïque sur culture de vigne**

**Technique Solaire - M. HENRIC (EARL HENRIC LACLARE)**

**BAGES (66670)**



*Figure 1 : Parcelle de vigne au sein de l'EARL HENRIC LACLARE*

*Avertissement :*

*Sauf mention contraire, les illustrations et les tableaux de ce document ont été réalisés par  
Sillons & Co by INOSIUM.*

*Cet argumentaire technique complémentaire vise à préciser **les spécificités agro-climatologiques de la zone d'étude** et à apporter des éclairages complémentaires sur la compatibilité des choix de productions en lien avec les pratiques observées, les faisabilité techniques et agronomiques de conduite de cépages de vigne et les enjeux de la production agricole considérant la zone climatique.*

*Cet argumentaire technique complémentaire vient compléter **la note technique de synergie agricole de projet agrivoltaïque** en lien avec le décret n°2024-318 du 8 avril 2024 relatif au développement de l'agrivoltaïsme et aux conditions d'implantations photovoltaïques sur des terrains agricoles, naturels ou forestiers qui vise à démontrer la conformité du projet énergétique avec la production agricole envisagée et les services agronomiques rendus en lien avec les connaissances actuelles de la science et des techniques dans le domaine de l'agrivoltaïsme.*

*Les données issues du zonage géographique, de spécificité de la filière font état à la fois de conduite d'entretiens avec les acteurs de la filière viticole dans **la Petite Région Agricole de la Plaine du Roussillon (66)** et d'une revue bibliographique permettant de proposer une vision élargie de la situation agricole et des retours d'expérience des modes de protection de la vigne.*

# Sommaire

|       |                                                                                                                             |    |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1     | Objectifs de l'étude .....                                                                                                  | 10 |
| 2     | CONTEXTE AGROCLIMATIQUE LOCAL .....                                                                                         | 11 |
| 2.1   | Climat actuel .....                                                                                                         | 11 |
| 2.1.1 | Températures et précipitations moyennes.....                                                                                | 11 |
| 2.1.2 | Ensoleillement .....                                                                                                        | 12 |
| 2.1.3 | Températures maximales .....                                                                                                | 13 |
| 2.1.4 | Rose des vents.....                                                                                                         | 14 |
| 2.2   | Evolution du climat à l'horizon 2050.....                                                                                   | 15 |
| 3     | Description et fonctionnement de la Petite Région Agricole (PRA) .....                                                      | 18 |
| 4     | Etude Technico Economique .....                                                                                             | 23 |
| 4.1   | Récapitulatif de l'exploitation agricole .....                                                                              | 23 |
| 4.2   | Analyse historique des rendements viticoles.....                                                                            | 25 |
|       | • Appellations à rendements stables .....                                                                                   | 30 |
|       | • Appellations en difficulté :.....                                                                                         | 30 |
| 4.3   | Caractéristiques du projet .....                                                                                            | 31 |
| 4.3.1 | Implantation des parcelles .....                                                                                            | 32 |
| 4.3.2 | Valeur de rendement retenue.....                                                                                            | 34 |
|       | • Pour le raisin de cuve .....                                                                                              | 34 |
|       | • Pour le raisin de table .....                                                                                             | 35 |
| 4.3.3 | Estimation de rémunération de raisin de cuve et raisin de table en pleine production après la mise en place du projet ..... | 36 |
| 4.4   | Bilan de l'actif (période 2021-2025).....                                                                                   | 37 |
| 4.5   | Bilan du passif.....                                                                                                        | 38 |
| 4.6   | Compte de résultat.....                                                                                                     | 39 |
| 5     | ANALYSE HISTORIQUE DE LA PRODUCTION VITICOLE LOCALE ET DE L'EXPLOITATION.....                                               | 44 |
| 5.1   | Dynamiques départementales.....                                                                                             | 44 |
| 5.1.1 | À l'échelle des Pyrénées-Orientales .....                                                                                   | 44 |
|       | • Suivi des rendements par année .....                                                                                      | 44 |
|       | • Projets d'adaptation au changement climatique .....                                                                       | 45 |
| 5.1.2 | À l'échelle des départements du bassin Languedoc-Roussillon.....                                                            | 46 |
| 5.2   | Dynamiques locales .....                                                                                                    | 47 |
| 5.2.1 | La cave coopérative Laure de Nyls.....                                                                                      | 47 |
|       | • Présentation de la cave .....                                                                                             | 47 |
|       | • Focus sur l'analyse des performances financières.....                                                                     | 47 |
|       | • Evolution des rendements.....                                                                                             | 49 |
|       | • Difficultés observées .....                                                                                               | 50 |
|       | • Projets d'adaptation et stratégies de développement.....                                                                  | 50 |
| 5.2.2 | Le Conseil Interprofessionnel des Vins du Roussillon .....                                                                  | 50 |
| 5.3   | Dynamiques de l'exploitation agricole.....                                                                                  | 52 |
| 6     | CORPUS BIBLIOGRAPHIQUE SUR LA VIGNE .....                                                                                   | 53 |
| 6.1   | Stades de développement de la vigne, rappels physiologiques .....                                                           | 53 |
| 6.2   | Sensibilité de la vigne aux facteurs abiotiques .....                                                                       | 54 |
| 6.3   | Activité photosynthétique de la vigne .....                                                                                 | 56 |
| 6.4   | Impacts du changement climatique sur la viticulture du bassin languedocien.....                                             | 56 |
| 6.5   | Leviers d'adaptation étudiés par l'IFV : matériel végétal, pratiques culturales et innovations                              | 57 |
| 6.6   | L'agrivoltaïsme en viticulture .....                                                                                        | 57 |
| 6.6.1 | Tolérance à l'ombrage de la vigne.....                                                                                      | 57 |
| 6.6.2 | Focus données expérimentales.....                                                                                           | 60 |
|       | • Projet de Piolenc / Sun'Agri (Vaucluse) — Suivi IFV.....                                                                  | 60 |
|       | • Projet Ombréa / Rians (Var) — Partenariat IFV et Société du Canal de Provence .....                                       | 60 |



|     |                                                                                             |    |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| •   | Projet Ombréa / Villemoustaussou (Aude) — Suivi IFV, SudExpé et Chambre d'Agriculture ..... | 60 |
| •   | Projet Sun'Agri / Tresserre (Pyrénées-Orientales) — Vigne agrivoltaïque de 4,5 ha. ....     | 60 |
| •   | Projet Vitivolt (Val de Loire) — Porté avec l'IFV .....                                     | 61 |
| 6.7 | Synthèse : pertinence de l'agrivoltaïsme dans le contexte viticole du Languedoc-Roussillon  | 61 |
| 7   | SYNTHESE DES DONNEES DE L'ETUDE.....                                                        | 62 |

## TABLE DES FIGURES

|                                                                                                                                                                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| FIGURE 1 : PARCELLE DE VIGNE AU SEIN DE L'EARL HENRIC LACLARE.....                                                                                                                                                     | 1  |
| FIGURE 2 : CARTE DE LOCALISATION DU PROJET .....                                                                                                                                                                       | 10 |
| FIGURE 3 : TEMPERATURES ET PRECIPITATIONS MOYENNES, MODELE ERAST, SOURCE METEOBLUE.....                                                                                                                                | 12 |
| FIGURE 4 : ENSOLEILLEMENT A BAGES.....                                                                                                                                                                                 | 13 |
| FIGURE 5 : TEMPERATURES MAXIMALES SUR LA ZONE DE BAGES, MODELE ERAST, SOURCE CC BY-NC.....                                                                                                                             | 14 |
| FIGURE 6 : ROSE DES VENTS DE LA ZONE ET REPARTITION ANNUELLE .....                                                                                                                                                     | 15 |
| FIGURE 7 : BILAN 2050 – SCENARIO +2,7°C – TRACC2023_DISTRIBUTION ; MODELE : Q50 (SOURCE : DRIAS LES FUTURS DU CLIMAT) .....                                                                                            | 17 |
| FIGURE 8 : COMMUNES DE LA PLAINE DU ROUSSILLON (SOURCE : DRAAF OCCITANIE).....                                                                                                                                         | 18 |
| FIGURE 9 : LOCALISATION DE LA PARCELLE AU SEIN DE LA PRA DE LA PLAINE DU ROUSSILLON .....                                                                                                                              | 19 |
| FIGURE 10 : EVOLUTION DU NOMBRE D'EXPLOITATIONS ENTRE 2010 ET 2020 (SOURCE : AGRESTE) .....                                                                                                                            | 20 |
| FIGURE 11 : EVOLUTION DE LA SAU ENTRE 2010 ET 2020 (SOURCE : AGRESTE).....                                                                                                                                             | 20 |
| FIGURE 12 : EVOLUTION DE LA SAU MOYENNE ENTRE 2010 ET 2020 (SOURCE : AGRESTE).....                                                                                                                                     | 20 |
| FIGURE 13 : EVOLUTION DES EXPLOITATIONS VITICOLES ENTRE 2010 ET 2020 (SOURCE : AGRESTE) .....                                                                                                                          | 20 |
| FIGURE 14 : DYNAMIQUE AGRICOLE DE LA PRA DE LA PLAINE DU ROUSSILLON (66) (SOURCE : AGRESTE).....                                                                                                                       | 22 |
| FIGURE 15 : SYNTHESE DES RENDEMENTS VITICOLES SUR LA PERIODE 2019 - 2025.....                                                                                                                                          | 26 |
| FIGURE 16 : EVOLUTION DES RENDEMENTS MOYENS TOUT CONFONDU (EN HL/HA) PAR CAMPAGNE .....                                                                                                                                | 27 |
| FIGURE 17 : PARCELLE AVEC VIGNE, ANNEE 2020.....                                                                                                                                                                       | 32 |
| FIGURE 18: PARCELLE AVEC UNE PARTIE DES VIGNES ARRACHEES, ANNEE 2023 .....                                                                                                                                             | 32 |
| FIGURE 19 : PARCELLE AVEC LA ZONE EN JACHERE, ANNEE 2025.....                                                                                                                                                          | 32 |
| FIGURE 20 : TOTAL DE L'ACTIF DE L'EARL .....                                                                                                                                                                           | 37 |
| FIGURE 21 : BILAN DU PASSIF .....                                                                                                                                                                                      | 38 |
| FIGURE 22: SYNTHESE DES ELEMENTS TECHNIQUES ET PROJECTIONS DE PRIX ET VOLUMES ESTIMES .....                                                                                                                            | 40 |
| FIGURE 23 : SYNTHESE DES PRODUITS D'EXPLOITATION (CHIFFRE D'AFFAIRES TOTAL) .....                                                                                                                                      | 41 |
| FIGURE 24 : SYNTHESE DES CHARGES D'EXPLOITATION EN TENDANCE (2020-2025), PUIS AVEC LA PROJECTION DES 3 ATELIERS ET PRESENTATION DES SOLDES INTERMEDIAIRES DE GESTION A HORIZON DE STABILISATION DE LA PRODUCTION ..... | 42 |
| FIGURE 25 : CALCUL DU REVENU DURABLE PAR RAPPORT A LA MOYENNE OLYMPIQUE (EXCLUS L'ANNEE 2021 ET 2025) .....                                                                                                            | 43 |
| FIGURE 26 : PRODUCTION DE VINS DES DEPARTEMENTS DU BASSIN LANGUEDOC-ROUSSILLON (SOURCE : ESTIMATIONS 2025 - DRAAF OCCITANIE (SRISSET/SRFAM)).....                                                                      | 46 |
| FIGURE 27 : TOITURE DE LA CAVE APRES LA TEMPETE (SOURCE : ©THIBAUT CALATAYUD / ACTU PERPIGNAN) .....                                                                                                                   | 47 |
| FIGURE 28 : EVOLUTION DU CHIFFRE D'AFFAIRES DE LA CAVE (SOURCE : PAPPERS).....                                                                                                                                         | 48 |
| FIGURE 29 : CYCLE DE DEVELOPPEMENT DE LA VIGNE.....                                                                                                                                                                    | 53 |
| FIGURE 30 : COMPOSANTES DU RENDEMENT.....                                                                                                                                                                              | 54 |
| FIGURE 31 : DECLARATION DE RECOLTE EARL HENRIC LACLARE 2019-2020 .....                                                                                                                                                 | 64 |
| FIGURE 32 : DECLARATION DE RECOLTE EARL HENRIC LACLARE 2020-2021 .....                                                                                                                                                 | 64 |
| FIGURE 33 : DECLARATION DE RECOLTE EARL HENRIC LACLARE 2021-2022.....                                                                                                                                                  | 64 |
| FIGURE 34 : DECLARATION DE RECOLTE EARL HENRIC LACLARE 2022-2023.....                                                                                                                                                  | 64 |
| FIGURE 35 : DECLARATION DE RECOLTE EARL HENRIC LACLARE 2023-2024.....                                                                                                                                                  | 65 |
| FIGURE 36 : DECLARATION DE RECOLTE EARL HENRIC LACLARE 2024-2025.....                                                                                                                                                  | 65 |

## TABLE DES TABLEAUX

|                                                                                                                                                                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| TABLEAU 1 : TABLEAU RECAPITULATIF DE LA DYNAMIQUE AGRICOLE DE LA PETITE REGION AGRICOLE DE LA PLAINE DU ROUSSILLON (66) .....                                                                                                          | 22 |
| TABLEAU 2 : RECAPITULATIF DE L'EXPLOITATION AGRICOLE .....                                                                                                                                                                             | 25 |
| TABLEAU 3 : CARACTERISTIQUES D'IMPLANTATION AVANT ET APRES PROJET AGRIVOLTAÏQUE .....                                                                                                                                                  | 32 |
| TABLEAU 4 : REFERENCES D'IMPLANTATION .....                                                                                                                                                                                            | 33 |
| TABLEAU 5 : RECAPITULATIF DES DIFFERENTS RENDEMENTS OBTENUS .....                                                                                                                                                                      | 34 |
| TABLEAU 6 : REFERENCES ET MOYENNES OBSERVEES .....                                                                                                                                                                                     | 35 |
| TABLEAU 6 : PRIX MOYEN RETENU .....                                                                                                                                                                                                    | 36 |
| TABLEAU 8 : PRINCIPAUX INDICATEURS FINANCIERS DE LA CAVE (2021-2024) (SOURCE : PAPPERS) .....                                                                                                                                          | 49 |
| TABLEAU 9 : PORTRAIT DU TERRITOIRE SELON LE CIVR .....                                                                                                                                                                                 | 52 |
| TABLEAU 10 : SENSIBILITE DE LA VIGNE AUX STRESS ABIOTIQUES ET CONSEQUENCES PAR STADE PHENOLOGIQUE (KELLER, 2010; LEEUWEN & DARRIET, 2016; MORLAT & BODIN, 2006; OJEDA ET AL., 2002; OLLAT & TOUZARD, 2014A; RIENTH ET AL., 2021) ..... | 55 |
| TABLEAU 11 : ETUDE DE L'EFFET DE L'OMBRAGE ARTIFICIEL SUR LA VIGNE .....                                                                                                                                                               | 59 |

## LISTE DES ABREVIATIONS ET SIGLES UTILISES

AgriPV : Agri-Photo-Voltaïque = Agrivoltaïsme

AOP : Appellation d'Origine Protégée

DJ : Degré-Jour

ENR : Energies Renouvelables

ETM : Evapotranspiration maximale

ETP : Équivalents Temps Plein

IFM40 : Indice Feux Météo > 40

IFV : Institut Français de la Vigne et du Vin

IGP : Indication Géographique Protégée

INAO : Institut National de l'Origine et de la Qualité

ODG : Organisme de Défense et de Gestion

P99 : Percentile 99

PBS : Produit Brut Standard

PAR : Photosynthetically Active Radiation (Rayonnement Photosynthétique Actif)

RU : Réserve Utile

RFU : Réserve Facilement Utilisable

SAU : Surface Agricole Utile

SWI : Soil Water Index

TMY : Typical Meteorological Year

UGB : Unité Gros Bétail

# Définitions

**Degré Jour de croissance** : Le degré jour de croissance (DJ) est une mesure empirique utilisée pour calculer l'accumulation de chaleur qui sert à estimer la durée d'un développement biologique tel que la croissance d'une plante en tenant compte de la température. La température de base est généralement la température en dessous de laquelle la croissance des plantes est de zéro (=zéro de végétation).

**ET<sub>m</sub>** : L'EvapoTranspiration Maximale (ET<sub>m</sub>) est la valeur maximale de l'évapotranspiration d'une culture donnée, à un stade végétatif, dans des conditions climatiques données, prise en compte par l'ET<sub>0</sub>. C'est une correction de l'ET<sub>0</sub> en fonction du couvert végétal.  $ET_m = K_c \times ET_0$ ,  $K_c$  étant le coefficient cultural établi par des organismes professionnels.

**ETP** : L'évapotranspiration potentielle (ETP) est le maximum d'eau (en mm) que peut évaporer le sol et transpirer la plante à condition que le sol soit bien pourvu en eau et que les plantes couvrent uniformément le sol. Ainsi l'ETP est donné pour un sol dont la réserve utile est pleine, recouvert d'un 'gazon' homogène.

**ETR** : L'ETR correspond à la quantité d'eau (en mm) qu'évapore le sol et transpire la plante par jour en conditions culturales normales. Elle est ajustée avec le coefficient de sécheresse  $K_s$ , avec  $K_s = ETR/ET_m$ , d'où  $ETR = ET_m \times K_s$ .

**K<sub>c</sub>** : Coefficient cultural. C'est le rapport entre l'évapotranspiration maximale de la culture (ET<sub>m</sub>) et l'évapotranspiration potentielle (ETP), il intègre les effets des 4 caractéristiques primaires qui distinguent une culture de la culture de référence qui sont : la hauteur de la culture, la résistance de surface sol - végétation, l'albédo, l'évaporation de sol (Rythme de consommation d'eau de la plante).

**K<sub>s</sub>** : Coefficient de sécheresse. C'est un indicateur de sécheresse. On estime le  $K_s$  au moyen de relations simples :  $k_s \sim 1$  lorsque la culture consomme l'eau de la réserve facilement utilisable (RFU), et décroissant de 1 à 0 au fur et à mesure que l'on consomme l'eau de la RDU, part complémentaire de la réserve utile (RU). Il est donc compris entre 1 quand l'alimentation en eau est assurée (pas de stress) et à 0 quand la plante est totalement flétrie (stress)

**Irradiance** : Quantité d'énergie solaire arrivant chaque seconde sur une surface de 1 m<sup>2</sup> à l'extérieur de l'atmosphère terrestre.

**Ombrières agrivoltaïques** : structures sans parois verticales, constituées d'une surface horizontale ou oblique en hauteur de ses supports. Elles sont recouvertes entièrement ou partiellement de panneaux photovoltaïques qui peuvent être fixes ou orientables (généralement de manière automatisée), soit pour gérer l'ensoleillement et l'ombrage des cultures sous-jacentes, soit pour protéger les cultures des intempéries.

**PBS** : Produit Brut Standard. Indicateur économique utilisé pour caractériser la dimension économique d'une exploitation agricole.

**RU** : Réserve Utile (en mm), quantité d'eau qu'un sol peut absorber (rétention de l'eau du sol) et restituer à la plante. La RU est autrement dit la différence entre l'humidité à la capacité au champ et l'humidité au point de flétrissement permanent.

**RFU** : Réserve Facilement Utile (en mm), quantité d'eau qu'une plante peut extraire sans subir de stress.

**SWI** : Soil Water Index. Indice d'humidité du sol exprimé entre 0 et 1, estimant le niveau de ressource hydrique disponible pour les plantes.

**TMY** : reconstitution stochastique d'une année typique à partir des statistiques d'une période donnée (ici 2000-2020 pour la période actuelle)

# 1 Objectifs de l'étude

L'étude vise à comprendre la spécificité de la zone agricole et à décrire la dynamique agricole locale, les références techniques locales en termes de rendement et les équilibres économiques associés à cette production.

Cette étude se base sur des enquêtes auprès des coopératives locales, des revues d'études issues de la profession de la vigne et du vin ainsi que des études spécifiques de la filière dans la **Plaine du Roussillon**.

Ceci permettra de mettre en perspective les enjeux de sécurisation de la production agricole à l'aide de structures agrivoltaïques et de mettre en perspective également la diversification des ateliers afin d'assurer une production agricole durable et une rentabilité de l'exploitation agricole qui se traduira in fine par la durabilité du système agricole en place.

Le projet considéré se trouve sur la commune de Bages (66).

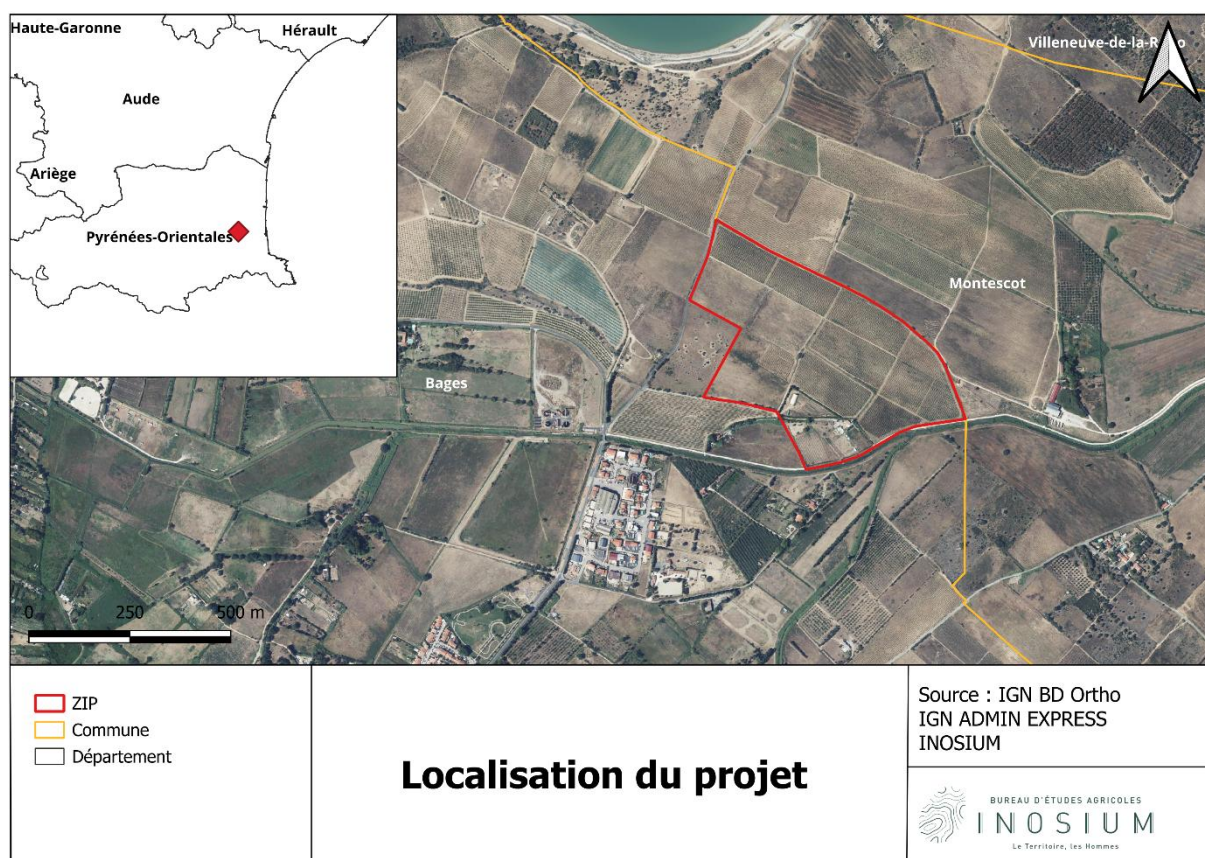


Figure 2 : Carte de localisation du projet

## 2 CONTEXTE AGROCLIMATIQUE LOCAL

---

### 2.1 Climat actuel

La description du climat sur la commune de Bages [66] permet de caractériser le climat local et les différentes contraintes exercées sur la production viticole étudiée.

Les diagrammes climatiques se basent sur 30 ans de simulations horaires de modèles météorologiques. Ils donnent des indications sur les schémas climatiques typiques et les conditions attendues (*température, précipitations, ensoleillement et vent*).

Les données météorologiques simulées ont une résolution spatiale d'environ 30 km et ne peuvent pas reproduire tous les effets météorologiques locaux, tels que les orages, les vents locaux ou les tornades, ainsi que les différences locales telles qu'elles se produisent dans les zones urbaines, montagneuses ou côtières, mais permettent d'appréhender spécifiquement la zone.

#### 2.1.1 Températures et précipitations moyennes

Les données climatiques présentées montrent **un climat typique du sud méditerranéen**, marqué par des **étés chauds et secs et des hivers doux et relativement humides** (Figure 3).

Les précipitations sont maximales en automne, avec un **pic en octobre (80 mm)**, tandis que l'été est très sec, en particulier juillet (17 mm) et juin (23 mm).

Les températures maximales journalières moyennes progressent régulièrement de 12 °C en janvier à un maximum de 29 °C en juillet et août. Les minimales suivent la même tendance, atteignant 20 °C en juillet et août, ce qui confirme des nuits chaudes estivales.

Concernant les jours très chauds, ceux dépassant 32 °C apparaissent uniquement de juin à septembre, avec un maximum de 4,9 jours en août, indiquant un risque modéré mais réel de fortes chaleurs estivales.

**La température moyenne mensuelle atteint son pic en juillet et août (24,5 °C), avant de redescendre progressivement vers l'hiver.**

Dans l'ensemble, ces données confirment un climat méditerranéen chaud à forte variabilité saisonnière, caractérisé par un stress hydrique estival important, des pics de chaleur modérés, et des précipitations concentrées hors saison de croissance estivale.

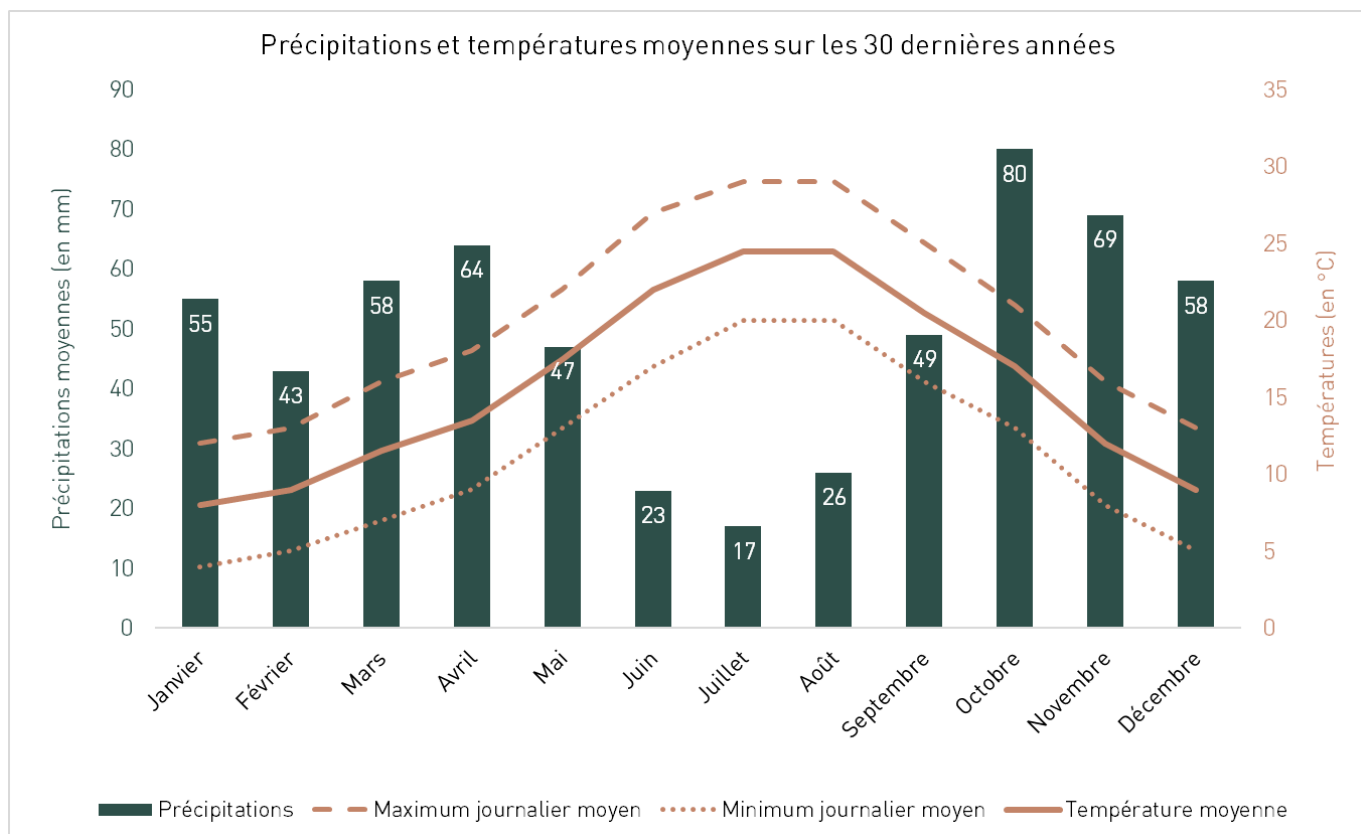


Figure 3 : Températures et précipitations moyennes, modèle ERAST, source Météoblue

## 2.1.2 Ensoleillement

Le graphique (Figure 4) illustre une répartition typiquement méditerranéenne du temps à Bages, caractérisée par une forte domination des journées ensoleillées et une faible occurrence des jours de pluie, concentrée essentiellement en automne et en début d'hiver.

L'ensoleillement est particulièrement marqué entre mai et septembre, période durant laquelle la majorité des journées sont totalement dégagées.

Juillet et août se distinguent comme les mois les plus lumineux, avec très peu de nuages et un nombre minimal de jours de précipitations (environ 2 à 4 jours par mois).

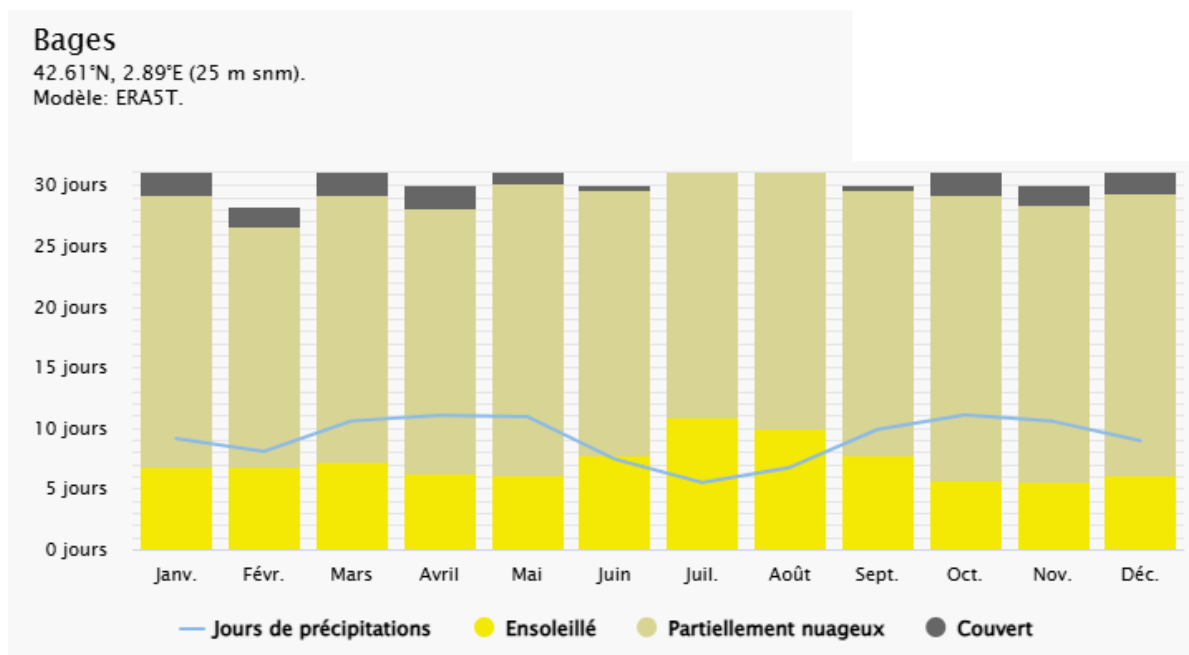


Figure 4 : Ensoleillement à Bages

### 2.1.3 Températures maximales

Le diagramme de la température maximale à Bages (Figure 5) montre le nombre de jours par mois qui atteignent certaines températures, notamment des journées impactantes pour la vigne avec des températures supérieures à 30°C au printemps et supérieures à 35°C en été.

Le pic thermique apparaît en juillet et août, où les classes 28–32 °C et 32–36 °C dominent largement.

On note même quelques jours dans la classe 36–40 °C, révélant des épisodes caniculaires possibles lors des étés les plus chauds.

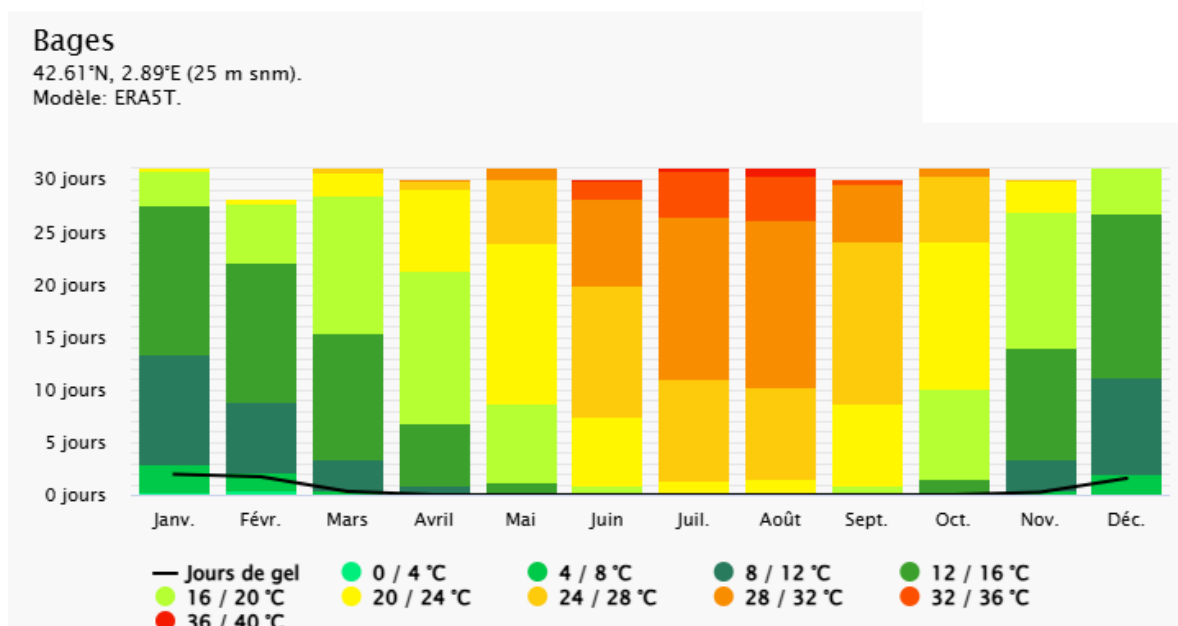


Figure 5 : Températures maximales sur la zone de Bages, modèle ERA5T, source CC BY-NC

L'analyse des journées chaudes et de leurs effets thermiques sur la vigne est détaillée dans la note sur la synergie agrivoltaïque.

#### 2.1.4 Rose des vents

La Rose des Vents concernant la commune de Bages (Figure 6) montre combien d'heures par an le vent souffle dans la direction indiquée. (Exemple SO : Le vent souffle du sud-ouest (SO) au nord-est (NE)).

Elle montre une forte prédominance des vents de secteur nord sur l'ensemble de l'année, caractéristique du régime de tramontane propre au Roussillon. Les secteurs N, NNW et NW concentrent la grande majorité des occurrences de vent.

La tramontane est un vent froid, sec et régulier, qui peut assécher rapidement : les feuilles, les grappes et l'air ambiant dans la canopée.

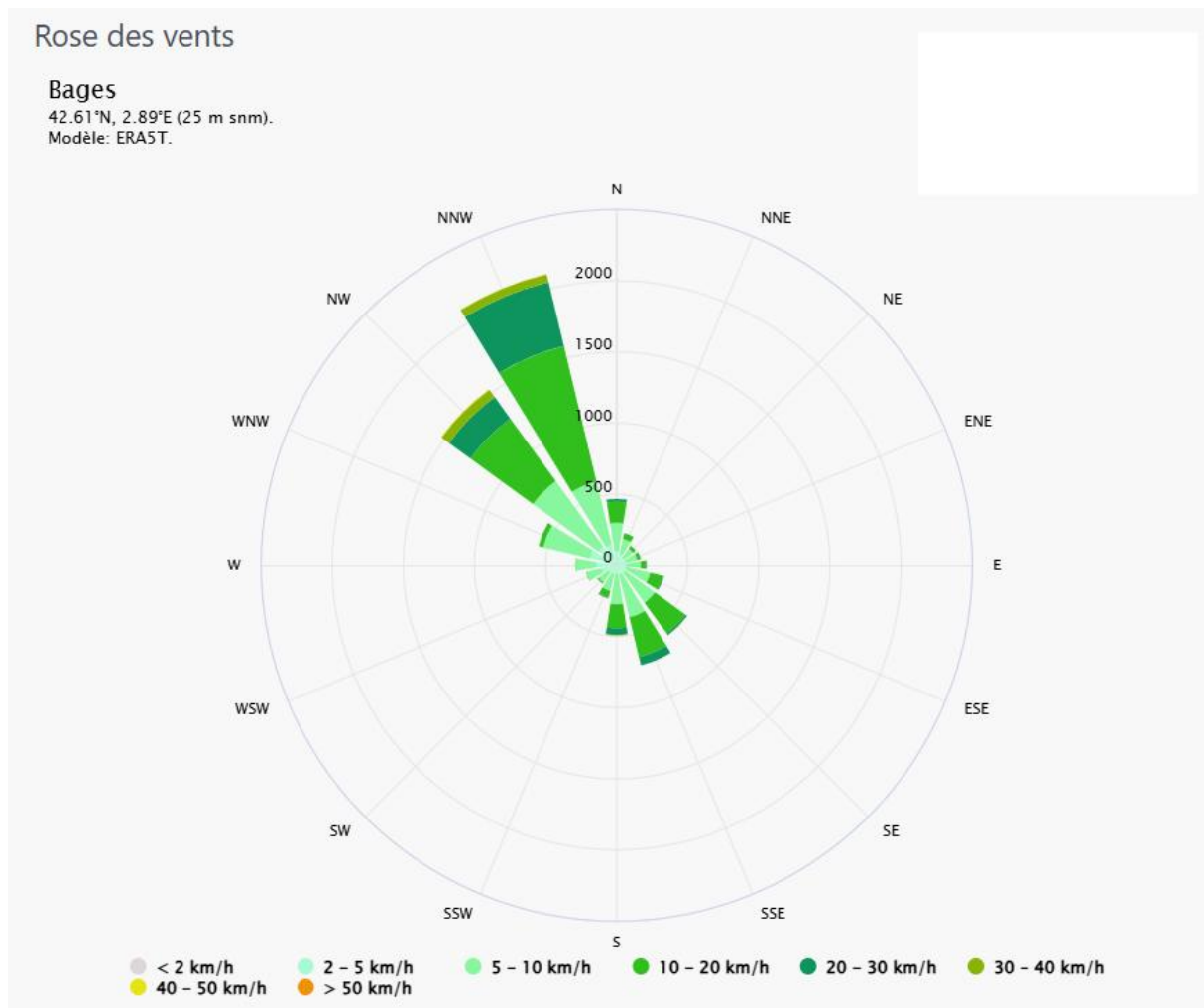


Figure 6 : Rose des vents de la zone et répartition annuelle

## 2.2 Evolution du climat à l'horizon 2050

Le territoire devrait subir à l'horizon 2050 une hausse nette des températures. **La température moyenne annuelle devrait augmenter de 2,05 °C.**

Les étés sont les plus concernés : la température moyenne estivale devrait progresser de 2,25 °C.

Les hivers, quant à eux, deviennent plus doux avec un réchauffement de 2,03 °C.

Les jours chauds augmentent fortement. **Les journées dépassant 30 °C progressent de 27,9 jours, soit près d'un mois supplémentaire de chaleur intense.** Les journées avec plus de 35 °C augmentent de 6,2 jours.

Globalement, le climat devient nettement plus chaud, avec un été significativement plus long et plus intense.

Une évolution possible de +2% des précipitations annuelles pourrait s'observer mais avec des disparités : -13% sur la période estivale et +3% sur la période hivernale.

Les épisodes pluvieux extrêmes pourraient devenir plus intenses. Le cumul des précipitations quotidiennes remarquables (P99) pourrait augmenter de 5 %.

La fréquence des jours de précipitations remarquables augmente également (+0,4 jours/an).

Le nombre annuel de jours avec un indice SWI < 0,4 augmente (+10 jours).

Producteur : MF\_DCSC  
 Expérience : TRACC2023\_DISTRIBUTION  
 Modèle : Q50  
 Niveaux de réchauffement :  
 GWL20 : Niveau de réchauffement Monde 2.0 degrés -> 2050 / France +2.7°C  
 Type d'indice : annuel

|                              |                 |                                                                                      |            |               |                                                                                                       |             |
|------------------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Températures                 | NORTMm_yr       | Température moyenne annuelle                                                         | 17,49°C    | ATMm_yr       | Écart de température moyenne annuelle                                                                 | +2,05°C     |
|                              | NORTMm_seas_JJA | Température moyenne en été                                                           | 25,45°C    | ATMm_seas_JJA | Écart de température moyenne en été                                                                   | +2,25°C     |
|                              | NORTMm_seas_DJF | Température moyenne en hiver                                                         | 10,42°C    | ATMm_seas_DJF | Écart de température moyenne en hiver                                                                 | +2,03°C     |
|                              | NORTXm_seas_JJA | Température maximale en été                                                          | 29,39°C    | ATXm_seas_JJA | Écart de température maximale en été                                                                  | +2,36°C     |
|                              | NORTX35D_yr     | Nombre de jours avec Tx ≥ 35°C                                                       | 7,1 jours  | ATX35D_yr     | Écart du nombre de jours avec Tx ≥ 35°C                                                               | +6,2 jours  |
|                              | NORTX30D_yr     | Nombre de jours avec Tx ≥ 30°C                                                       | 48,9 jours | ATX30D_yr     | Écart du nombre de jours avec Tx ≥ 30°C                                                               | +27,9 jours |
|                              | NORTR_yr        | Nombre de nuits tropicales                                                           | 82,7 jours | ATR_yr        | Écart du nombre de nuits tropicales                                                                   | +38,6 jours |
| Précipitations               | NORRR_yr        | Cumul de précipitations annuelles                                                    | 675,01 mm  | ARRR_yr       | Écart relatif du cumul de précipitations annuelles                                                    | +2%         |
|                              | NORRR_seas_JJA  | Cumul de précipitations en été                                                       | 69,41 mm   | ARRR_seas_JJA | Écart relatif du cumul de précipitations en été                                                       | -13%        |
|                              | NORRR_seas_DJF  | Cumul de précipitations en hiver                                                     | 192,08 mm  | ARRR_seas_DJF | Écart relatif du cumul de précipitations en hiver                                                     | +3%         |
|                              | NORRRq99_yr     | Cumul de précipitations quotidiennes remarquables (percentile 99 du cumul quotidien) | 40,14 mm   | ARRRq99_yr    | Écart relatif du cumul de précipitations quotidiennes remarquables (percentile 99 du cumul quotidien) | +5%         |
|                              | NORRx1d_yr      | Intensité des précipitations extrêmes (max annuel des précipitations totales)        | 84,47 mm   | ARRx1d_yr     | Écart relatif de l'intensité des précipitations extrêmes (max annuel des précipitations totales)      | +4%         |
|                              | NORRRq99refD_yr | Fréquence des précipitations quotidiennes remarquables                               | 4,1 jours  | ARRq99refD_yr | Écart de fréquence des précipitations quotidiennes remarquables                                       | +0,4 jours  |
| Sécheresse des sols (stress) | NORIFM40_yr     | Indicateur feux météo — nombre de jours supérieurs à 40                              | 52 jours   | AIFM40_yr     | Écart de l'indicateur feux météo — nombre de jours supérieurs à 40                                    | +11 jours   |
|                              | NORSWI04_yr     | Nombre de jours avec SWI < 0.4                                                       | 193 jours  | ASWI04_yr     | Écart du nombre de jours avec SWI < 0.4                                                               | +10 jours   |

Figure 7 : Bilan 2050 – scénario +2,7°C – TRACC2023\_DISTRIBUTION ; Modèle : Q50 [Source : Drias les futurs du climat]

En tendance pour les années 2050, on observerait une augmentation globale de +2°C, une augmentation de 2% des précipitations annuelles ainsi que 10 jours supplémentaires de stress hydrique.

### 3 Description et fonctionnement de la Petite Région Agricole (PRA)

La Plaine du Roussillon se situe dans le département des Pyrénées-Orientales (66) et regroupe 76 communes, dont Bages.

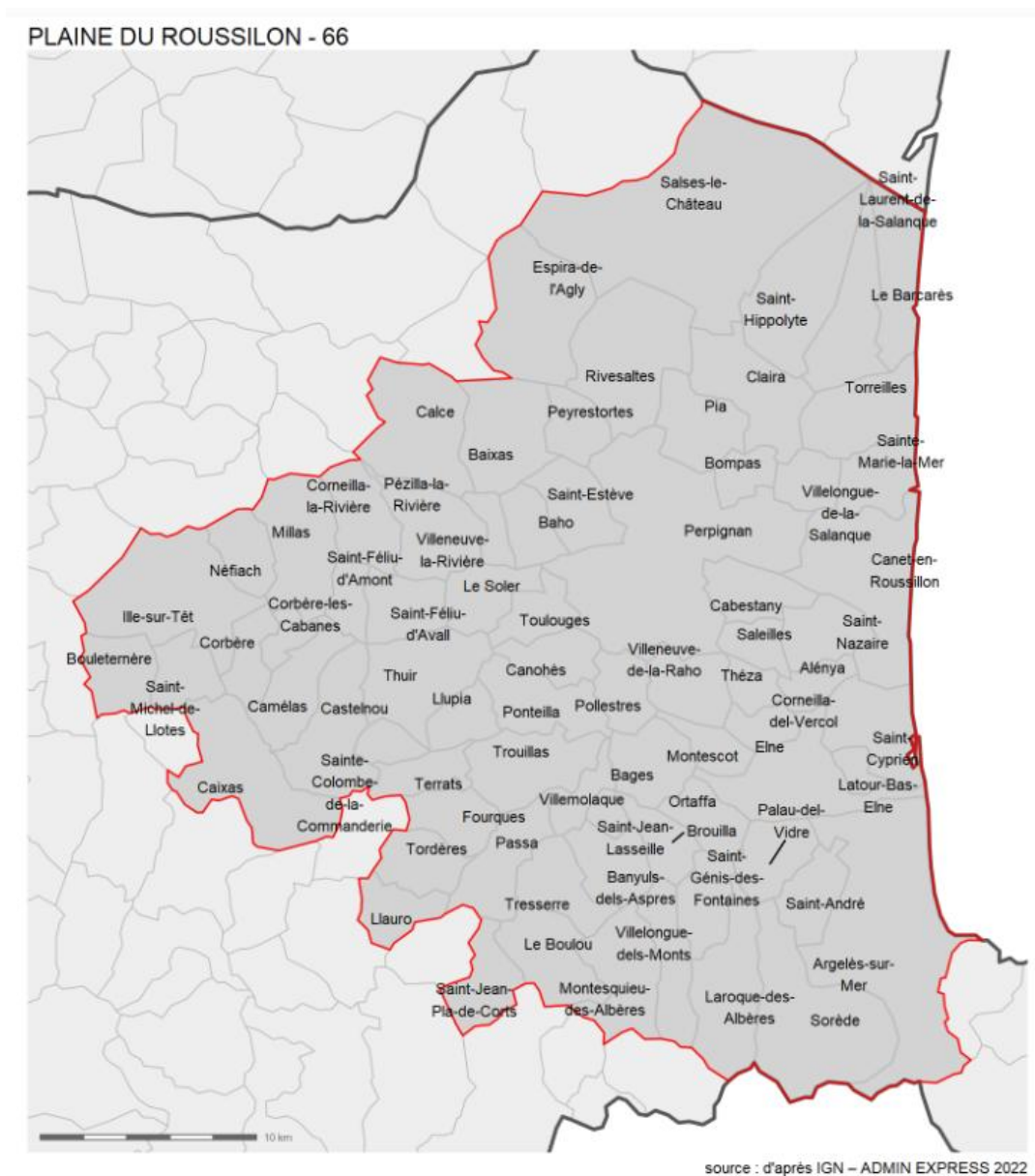


Figure 8 : Communes de la Plaine du Roussillon (Source : DRAAF Occitanie)

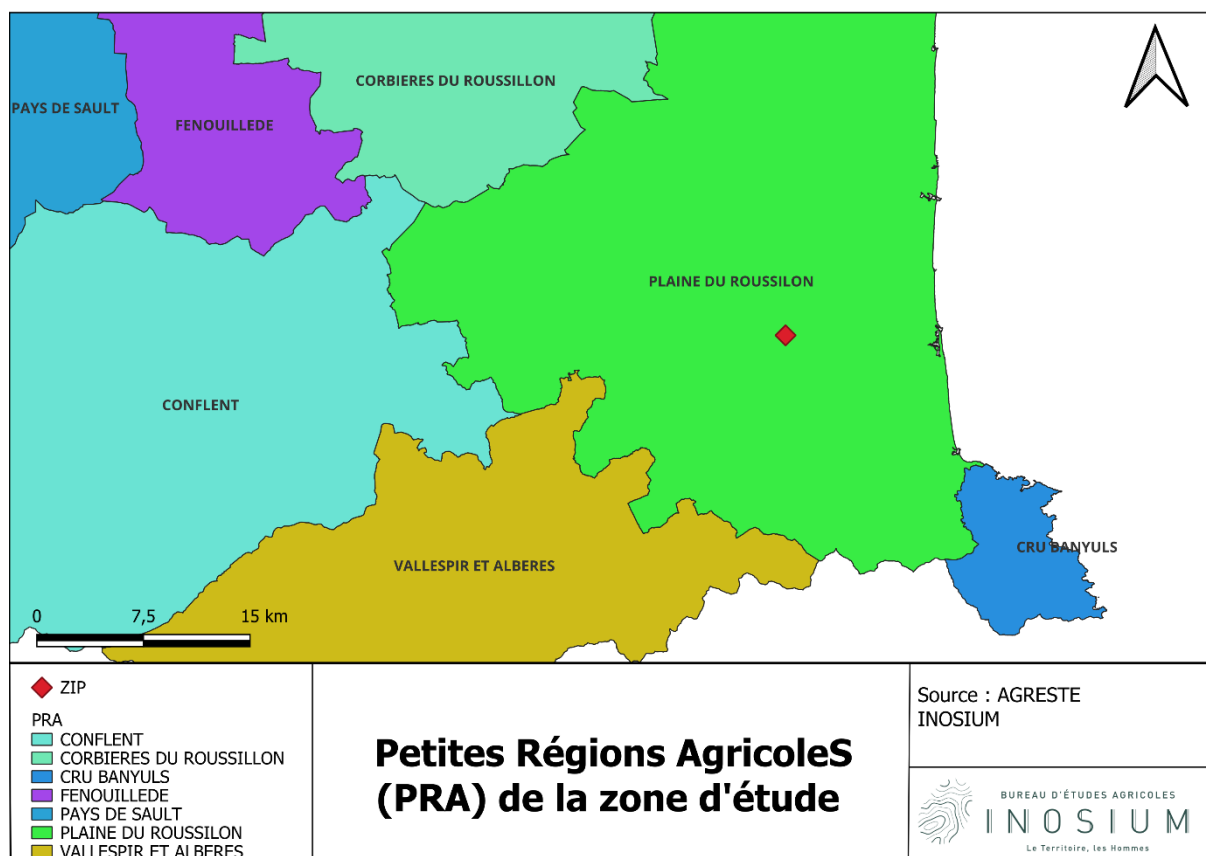


Figure 9 : Localisation de la parcelle au sein de la PRA de la Plaine du Roussillon

Ce territoire est reconnu comme étant **une plaine de viticulture, d'arboriculture et de maraîchage mais fortement soumise aux aléas du changement climatique** (InterBIO, s. d.) .

Pour la viticulture, on distingue **les Côtes du Roussillon des Côtes du Roussillon villages**, incluant cinq mentions de secteur (Caramany, Latour-de-France, Les Aspres, Lesquerde et Tautavel), **Collioure et Maury pour les vins secs et, pour les VDN, les secteurs de Rivesaltes, de Maury et de Banyuls**.

Les principaux cépages regroupent : le Braquet, Cabernet franc, Cabernet sauvignon, Carignan, Carignan blanc, Chardonnay, Cinsault, Folle noire, Gamay, Grenache blanc, Grenache gris, Grenache noir, Lledoner Pelut, Maccabeu, Marsanne, Merlot, Mourvèdre, Muscat à petits grains, Muscat à petits grains noirs, Muscat à petits grains rouges, Muscat d'Alexandrie, Rolle, Roussane, Sauvignon, Syrah, Tourbat, Vermentino ou encore le Viognier.

En 2020, on comptait 1 812 exploitations agricoles dans la plaine du Roussillon, contre 2 309 en 2010, traduisant une baisse de près de 21,5 % des exploitations agricoles (Figure 10).

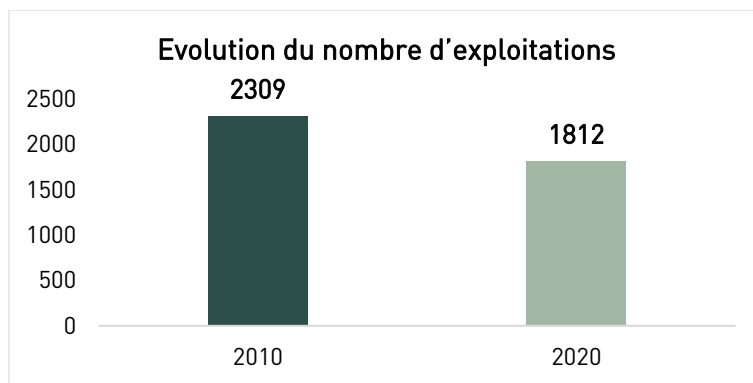


Figure 10 : Evolution du nombre d'exploitations entre 2010 et 2020 (Source : Agreste)

La surface agricole utile (SAU) totale est d'environ **30 735 hectares**, avec une SAU moyenne par exploitation de l'ordre de 17 hectares, en hausse par rapport à 2010 (13 ha soit +27,8% de la SAU moyenne).

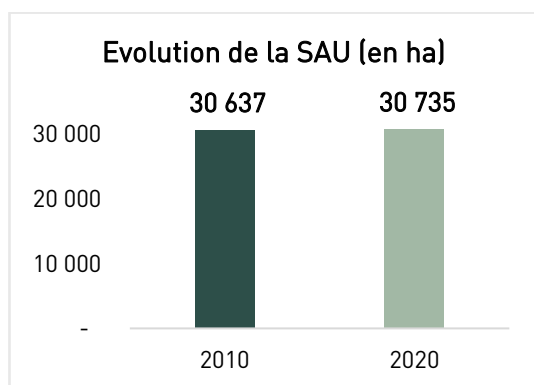


Figure 11 : Evolution de la SAU entre 2010 et 2020 (Source : Agreste)

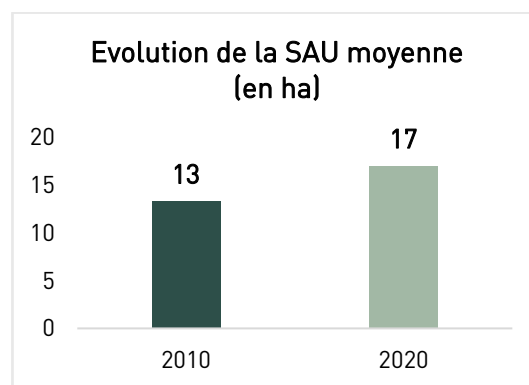


Figure 12 : Evolution de la SAU moyenne entre 2010 et 2020 (Source : Agreste)

Les exploitations se répartissent entre micro, petites, moyennes et grandes structures, avec une tendance à l'agrandissement et à la concentration des parcelles agricoles.

La Plaine du Roussillon se distingue par sa viticulture, qui occupe **12 884 hectares** en 2020 contre 15 772 hectares en 2010 soit -18% de surface en 10 ans. Le nombre d'exploitations viticoles est passé de 1062 à 800 en 10 ans.

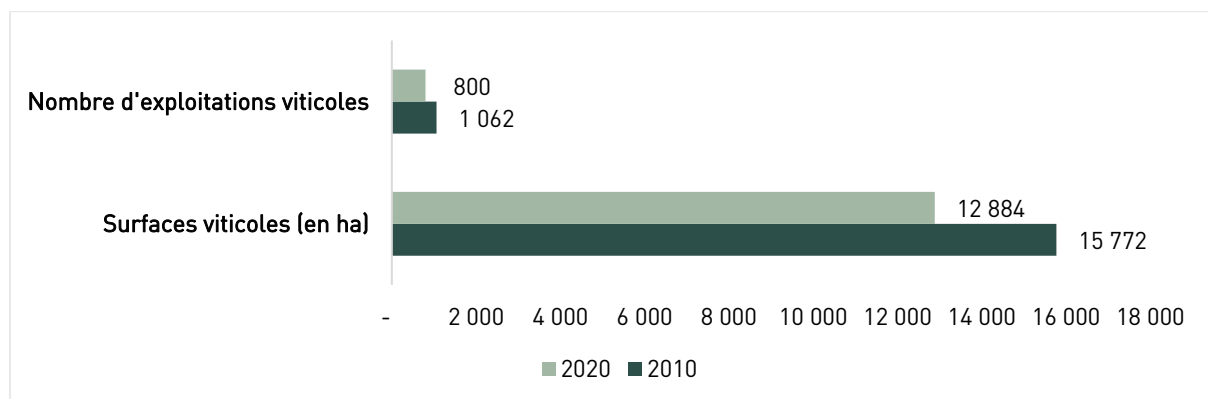


Figure 13 : Evolution des exploitations viticoles entre 2010 et 2020 (Source : Agreste)

On note un recul structurel du vignoble, malgré son poids historique. Cette baisse confirme une contraction durable du vignoble, cohérente avec les tendances régionales : restructuration, arrachages, regroupement des exploitations, pression foncière, adaptation au marché, ...

Les cultures végétales présentent une évolution contrastée mais globalement en hausse :

- Céréales et/ou oléoprotéagineux en légère hausse : 952 ha en 2010 contre 971 ha en 2020 **(+2%)** ;
- Autres grandes cultures en forte augmentation : 370 ha en 2010 contre 1 753 ha en 2020 **(+374%)**, probablement lié à une diversification ou à une reconversion des surfaces ;
- Fruits ou autres cultures permanentes en progression notable : 6 895 ha en 2010 à 8 127 ha en 2020 **(+18%)** malgré une baisse du nombre d'exploitations. Les exploitations sont moins nombreuses mais plus grandes.

La SAU dédiée à l'élevage reste faible et souvent en baisse :

- Bovins viande : SAU a diminué de 1 078 ha en 2010 à 873 ha en 2020 **(-19%)** ;
- Ovins – caprins : SAU a diminué de 1 539 ha à 1 458 ha **(-5%)** ;
- Équidés : SAU stable de 961 ha à 937 ha **(-2%)**.

La SAU en Polyculture / polyélevage présente une hausse : 1 111 ha en 2010 à 1 273 ha en 2020 **(+15%)**.

La main-d'œuvre agricole représente environ **4 863 équivalents temps plein (ETP)**. On observe une baisse du nombre de chefs d'exploitation (1 826 en 2020 contre 1 504 en 2010 soit -18%), avec un âge moyen qui progresse (**54 ans**).

Les exploitations familiales diminuent (-12%), tandis que les salariés permanents augmentent au sein des fermes (+7%). Une part non négligeable des exploitations est concernée par le départ à la retraite des exploitants dans les prochaines années, ce qui pose la question du renouvellement générationnel, thème présent sur l'ensemble du territoire national.

La Plaine du Roussillon se distingue par une forte implication dans les **signes officiels de qualité** de nombreuses exploitations sont engagées dans une démarche **AOP (45%)** ou **IGP (33%)**. L'agriculture biologique progresse fortement (+152 % entre 2010 et 2020).

Les **activités de diversification** se développent, comme le tourisme rural, la transformation de produits ou la production d'énergie renouvelable. Les circuits courts, bien que minoritaires, sont présents, avec environ 20 % (hors vin) des exploitations pratiquant la vente directe.

Le Tableau 1 illustre les dynamiques en place :

| Indicateur                     | 2010                 | 2020    | Évolution                    |
|--------------------------------|----------------------|---------|------------------------------|
| Nombre d'exploitations         | 2 309                | 1 812   | -21,5 %                      |
| SAU totale (ha)                | 30 637               | 30 735  | +0,3 %                       |
| SAU moyenne (ha)               | 13,3                 | 17,0    | +27,8 %                      |
| PBS totale (k€)                | 301 769              | 286 849 | -4,9 %                       |
| Total UGB (cheptel)            | 3 233                | 2 416   | -25,3 %                      |
| Travail total (ETP)            | 4 984                | 4 863   | -2,4 %                       |
| Chefs d'exploitation           | 2 593                | 2 076   | -20 %                        |
| Âge moyen des chefs            | 51 ans               | 54 ans  | +2 ans                       |
| Exploitations viticoles        | 1 062                | 800     | -24,7 %                      |
| Exploitations engagées en bio  | 200                  | 503     | +152 %                       |
| Exploitations avec AOP         | 1 124                | 807     | -28 %                        |
| Exploitations avec IGP         | 644                  | 598     | -7 %                         |
| Exploitations avec Label Rouge | (Secret statistique) | 6       | n.m. (données 2010 absentes) |

Tableau 1 : Tableau récapitulatif de la dynamique agricole de la Petite Région Agricole de la Plaine du Roussillon (66)

On note de manière globale une diminution du nombre d'exploitation compensé par une augmentation moyenne de la SAU de chaque exploitation agricole et une tendance à la reconquête de terres agricoles sur la zone portée par la qualité des productions agricoles en agriculture biologique.

### Évolution du nombre d'exploitations et de la SAU moyenne PLAINE DU ROUSSILON - 66

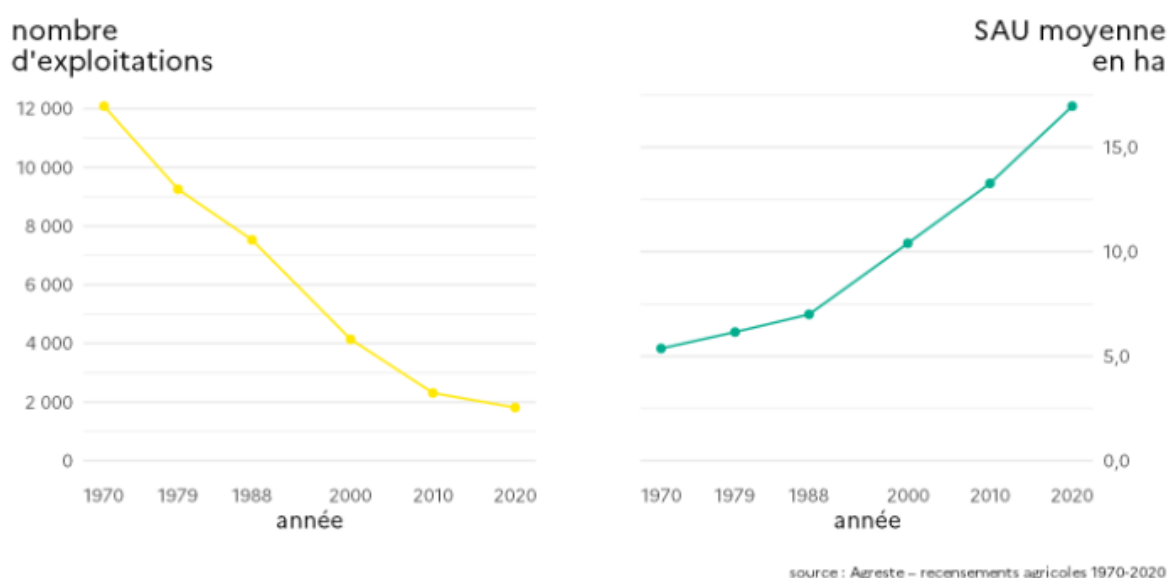


Figure 14 : Dynamique agricole de la PRA de la Plaine du Roussillon (66) [Source : Agreste]

## 4 Etude Technico Economique

---

*L'étude technico-économique de l'exploitation agricole intervient dans le cadre de l'article R314-117 de la loi du 10 avril 2014. L'étude doit permettre de comprendre la somme des revenus générés issus de l'exploitation agricole et permettre de montrer que le revenu dit « durable » est impacté positivement au niveau de la partie « production agricole ».*

Les éléments de cette étude ont été réalisées à partir des données comptables de 2020 à 2024, sur la base de déclarations ainsi que d'hypothèses de calculs concernant les ateliers agricoles en viticulture.

La surface agricole utilisée de l'exploitation est de 58,01 ha dont 43 ha en vigne à destination de la cave coopérative Laure de Nyls. Sa structure financière est ainsi représentée globalement.

### 4.1 Récapitulatif de l'exploitation agricole

Le tableau ci-dessous présente les principales caractéristiques de l'exploitation agricole :

| Catégorie         | Description                                               | Données                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Identification    | Nom de l'exploitation                                     | EARL HENRIC LACLARE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                   | Localisation du siège de l'exploitation (Commune, Région) | Lieu-dit Mas Guiter, 66670 BAGES (Pyrénées-Orientales)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|                   | Date de création                                          | Exploitation familiale depuis les années 1930 (arrière-grand-père Jean HENRIC, maraîchage, arboriculture, vigne). Reprise par Philippe HENRIC en 1980 (entrée en cave coopérative dans les années 2000, mécanisation). Jean HENRIC est entré sur l'exploitation en 2015 et l'a reprise en 2018 (40 ha puis agrandissement). Statut d'agriculteur actif justifié par attestation MSA.                                                                                                                                                                                                                                       |
|                   | Statut juridique                                          | EARL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                   | Superficie totale (ha)                                    | SAU totale de <b>62,55 ha</b> (déclaration PAC 2024), en pleine propriété, répartie à 45 % sur Bages, 27 % sur Perpignan, 16 % sur Pollestres, 7 % sur Montescot et 5 % sur Villeneuve-de-la-Raho.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                   | Type d'agriculture pratiquée                              | Agriculture conventionnelle                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Productions       | Orientations agricoles                                    | <b>Viticulture</b> (spécialisation raisins de cuve). Production apportée en totalité à la cave coopérative Laure de Nyls à Pollestres.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|                   | Productions dominantes                                    | Grenache noir, Grenache blanc, Grenache gris, Syrah, Caladoc, Marselan, Cabernet Sauvignon, Mourvèdre, Muscat d'Alexandrie, Muscat à petits grains.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                   | SAU totale et répartition des parcelles                   | Vigne : 43,76 ha – Agrumes : 1,75 ha – Jachère (couvert herbacé) : 6,45 ha – Luzerne (autoconsommation) : 10,59 ha.<br>Cultures pérennes : 45,51 ha ; cultures arables : 17,04 ha.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                   | Certifications et labels (vigne)                          | AOC Côtes du Roussillon, AOC Muscat de Rivesaltes, AOP Rivesaltes (rosé, ambré, tuié), IGP Pays d'Oc (rouge, rosé, blanc), IGP Côtes Catalanes, Languedoc rosé, Vin sans IG.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Activité          | Nombre d'actifs                                           | Exploitant (Jean HENRIC) + appui familial (Philippe et Jean HENRIC – Comptes Courants d'Associés).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                   | Main d'œuvre familiale et salariée                        | En moyenne 5 saisonniers pendant la période de taille et d'entretien.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|                   | Bâtiments agricoles                                       | Un tunnel de stockage de 320 m² implanté sur les terres de la commune de Bages. Pas de cave de vinification (apport en cave coopérative).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                   | Serres, stockage, irrigation                              | Goutte-à-goutte installé en 2022 sur 15 ha                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                   | Itinéraire technique (conduite de la vigne)               | Pré-taille et taille manuelle (hiver) ; pré-taillage, début de taille manuelle et compost ; descente de fils manuel, entretien rang (pointe, griffe), épamprage chimique et manuel, entretien du palissage ; désherbage chimique pied de vigne et passage de disque ; traitement chimique (~6 passages : oïdium, mildiou, insecticide) ; faible écimage ; vendanges mécanisées ; enherbement inter-rangs et rangs enherbés à la chute des feuilles ; repos végétal et labour.                                                                                                                                              |
| Equipement        | Matériel agricole                                         | Machine à vendanger Grégoire G107 (acquise en 2010), 3 tracteurs Kubota vigneron cabine, 2 enjambeurs, 3 tracteurs International, 1 tractopelle Case, 1 mini-pelle Yuchai, 1 manitou élévateur, 1 chargeur Massey Ferguson, 5 bennes vendanges, 2 disques vigne, 1 disque champs, 2 rotavateurs, 4 cadres pointe griffe, 1 intercepts, 2 girobroyeurs, 1 broyeur déporté, 2 épandeurs engrais, 1 épandeur compost, 1 éciameuse, 2 pré-tailleuses, 1 épampreuse. Intervention externe pour arrachage/défonçage/plantation (Sté Jean NEGRE) et palissage (SAS MARTIN ESTEVE).<br>Goutte-à-goutte installé en 2022 sur 15 ha. |
|                   | Mode de vente des produits                                | Intégralité de la récolte raisins de cuve vendue en direct à la Cave <b>Coopérative Laure de Nyls</b> (Pollestres, 66) – 220 vignerons, 1 350 ha, circonscription couvrant l'ensemble du département des Pyrénées-Orientales depuis la fusion avec Les Vignerons du Vallespir (2025).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Commercialisation | Volumes commercialisés                                    | Production : environ 100 t en année de sécheresse, jusqu'à 230 t en année normale. Ventes en recul de 180 k€ (2021) à 78 k€ (2025), soit -56 %. Projection raisins de table (diversification) : ~15000 kg/ha pondéré au linéaire planté, pour une rémunération estimée de 36000 € (Muscat Alexandrie, Ora, Lavallée). 2,4€/kg                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                   | Rentabilité par activité                                  | AOC Grenache noir : 80 €/hL ; AOC Syrah : 80 €/hL ; IGP Cabernet : 45 €/hL.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                   | Aides et subventions perçues                              | Conforme aux aides PAC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|   |                    |                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---|--------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6 | Gestion            | Gestion des sols et fertilisation     | Exploitation individuelle entièrement mécanisée. Jean HENRIC assure le travail du sol, la taille, les traitements et les vendanges. Externalisation : Jean NEGRE (arrachage, défonçage, plantation) et SAS MARTIN ESTEVE (palissage). 5 saisonniers en appui pour la taille/entretien.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|   |                    | Gestion de l'eau                      | Hors zone Natura 2000. ZNIEFF de type 1 à proximité : « Prade de Montescot » (200 m), « Plan d'eau de la Raho » (1,05 km). Parcelles sans irrigation (forage non autorisé) : alimentation pluviale uniquement. Goutte-à-goutte sur 15 ha depuis 2022. Accès futur attendu à la retenue de Villeneuve-de-la-Raho (1 à 2 ans).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 7 | Gestion économique | Sols                                  | Zone d'implantation en Classe 4 de Potentiel Agronomique des Sols (CPAS – source OPenIG/INRAE) : proportion d'Indice de Qualité des Sols IQS1 entre 10 et 30 %, majorité de sols médiocres. Étude de sol ANTEA (décembre 2024) : retrait-gonflement des argiles modéré, fondations par pieux battus type IPE180 (2 à 3 m), aucun décaissement.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|   |                    | Contraintes et défis                  | Lieudit Mas Guiter, 66670 BAGES (Pyrénées-Orientales)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|   |                    | Transmission et succession envisagées | Exploitation familiale depuis les années 1930 (arrière-grand-père Jean Henric, maraîchage, arboriculture, vigne). Reprise par Philippe Henric en 1980 (entrée en cave coopérative dans les années 2000, mécanisation). Jean Henric est entré sur l'exploitation en 2015 et l'a reprise en 2018 (40 ha puis agrandissement). Statut d'agriculteur actif justifié par attestation MSA.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|   |                    | Diversification                       | <p><b>Renouvellement du vignoble vieillissant avec plantations en cépages adaptés</b> : Grenache blanc, Grenache gris, Caladoc (raisins de cuve) <b>sous ombrières agrivoltaïques</b> ; densité 3 555 pieds/ha.</p> <p><b>Diversification par la plantation de raisins de table</b> (4 216 pieds : Muscat d'Alexandrie, Ora, Lavallée) sur les alignements de poteaux, valorisés via revendeurs habituels et le carreau de Saint-Charles.</p> <p>Réflexion pour une plantation de figuier.</p> <p>Projet de création de gîtes ruraux (agritourisme).</p> <p>Accès futur à la retenue de Villeneuve-de-la-Raho pour sécuriser l'irrigation.</p> <p>Objectif : restaurer la rentabilité et sécuriser la production face aux aléas climatiques (sécheresse, grêle, échaudage, gel).</p> |

Tableau 2 : Récapitulatif de l'exploitation agricole

**Commentaire intermédiaire :** L'EARL HENRIC LACLARE se trouve aujourd'hui dans un contexte d'exploitation viticole avec un débouché commercial principal à la Coopérative Laure de Nyls. L'exploitation a souffert de nombreux aléas climatiques ces dernières années rendant ce système agricole sensible agronomiquement et économiquement. L'étude des rendements historiques et de la santé économique de l'entreprise permettra de mettre en perspective la dynamique agricole et de modéliser le bénéfice attendu du projet d'ombrière agrivoltaïque sur le revenu durable de l'exploitation viticole étudié.

## 4.2 Analyse historique des rendements viticoles

L'analyse historique des rendements sur l'exploitation agricole de M. HENRIC suit la tendance observée au niveau départemental et local avec des baisses tendancielle de production et des aléas impacts la vigne à l'année n et n+1.

Les observations de rendements issus des déclarations douanières montrent les récoltes suivantes (Figure 15) :

| Rendement en hL/ha | Muscat de Rivesaltes | Vin apte Rivesaltes rosé, ambré ou tuiilé | Côtes du Roussillon rosé | PAYS D'OC ROUGE | COTES CATALANES ROUGE | PAYS D'OC ROSE | VIN SANS INDICATION GEOGRAPHIQUE BLANC | COTES CATALANES BLANC  | COTES CATALANES ROSE   | Côtes du Roussillon rouge | PAYS D'OC BLANC | Languedoc rosé | Moyenne (hL/ha) |
|--------------------|----------------------|-------------------------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------------|----------------|----------------------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------|-----------------|----------------|-----------------|
| 2019 - 2020        | 30,0                 | 30,0                                      | 47,8                     | 39,6            | 14,9                  | 89,1           | 0,0                                    |                        |                        |                           |                 |                | 35,9            |
| 2020 - 2021        | 30,0                 | 30,0                                      |                          |                 | 88,2                  | 94,5           |                                        | Surface non renseignée | Surface non renseignée |                           | 88,1            | 47,5           | 63,1            |
| 2021 - 2022        | 30,0                 | 33,0                                      |                          | 16,4            | 17,0                  | 10,7           |                                        | 25,6                   |                        |                           | 23,9            | 47,5           | 25,5            |
| 2022 - 2023        | 30,0                 | 35,0                                      |                          | 12,5            |                       | 39,0           |                                        | 61,7                   |                        |                           |                 | 47,8           | 37,7            |
| 2023 - 2024        | 30,0                 | 30,0                                      |                          | 21,0            | 0,0                   | 13,3           |                                        | 0,0                    |                        |                           | 0,0             | 47,0           | 17,7            |
| 2024 - 2025        | 30,0                 | 3,7                                       |                          | 1,5             |                       | 0,0            |                                        | 0,0                    | 0,0                    | 45,7                      |                 | 47,2           | 16,0            |
| Moyenne (hL/ha)    | 30,0                 | 26,9                                      | 47,8                     | 18,2            | 30,0                  | 41,1           | 0,0                                    | 21,8                   | 0,0                    | 45,7                      | 37,3            | 47,4           |                 |



Problème climatique mentionné

Production non vinifiée

Figure 15 : Synthèse des rendements viticoles sur la période 2019 - 2025

Les rendements moyens par campagne ont fortement diminué depuis 2019 (Figure 16).

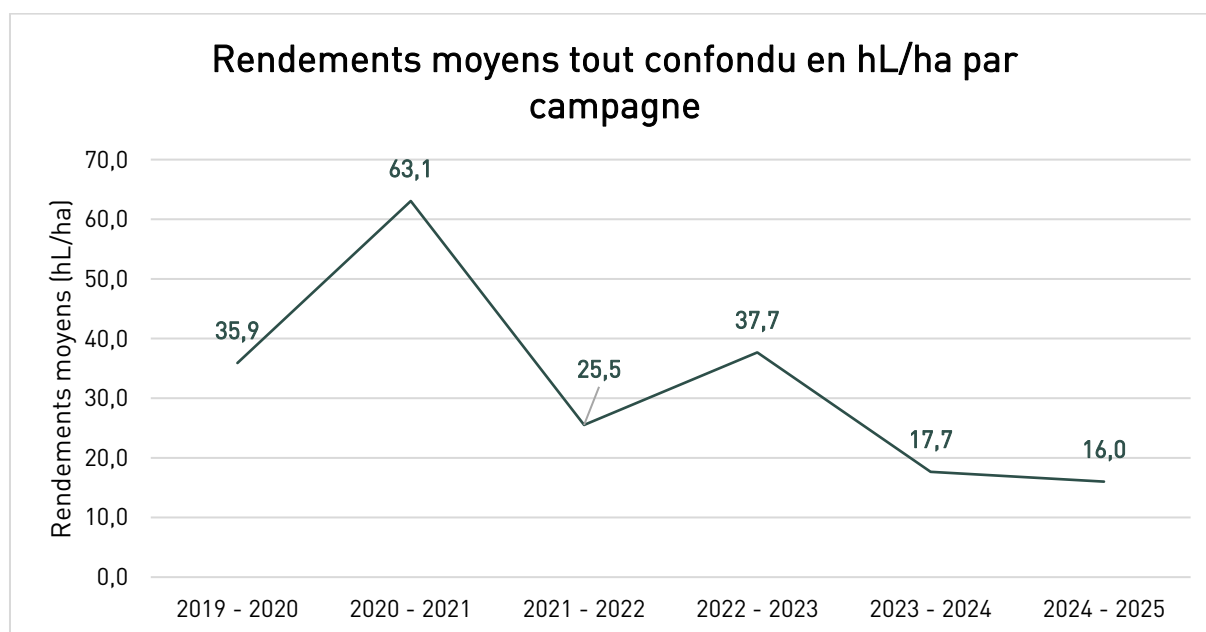
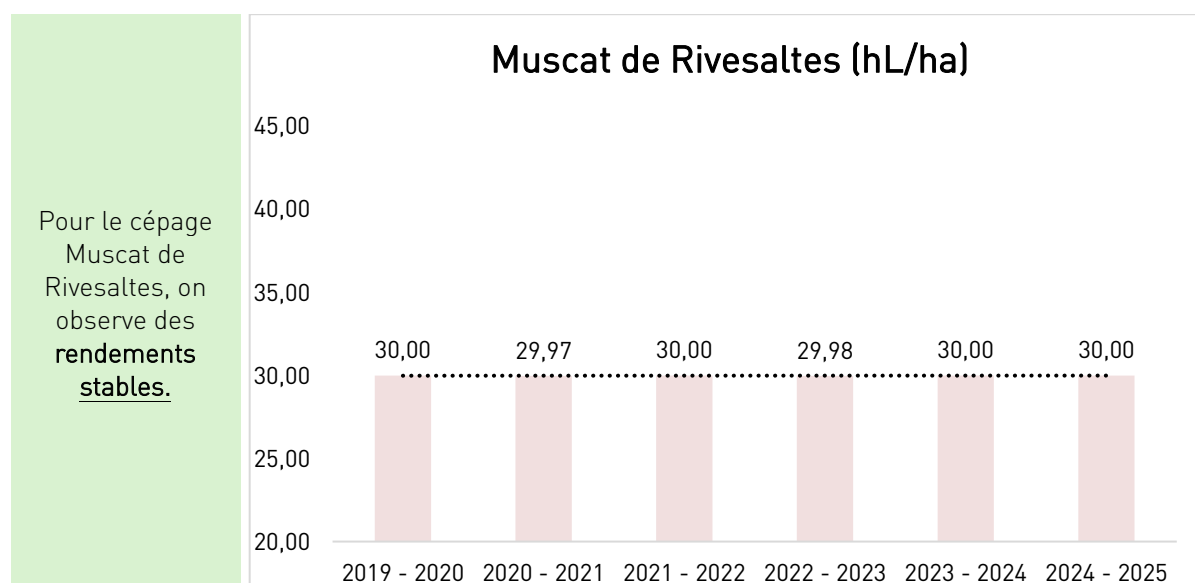
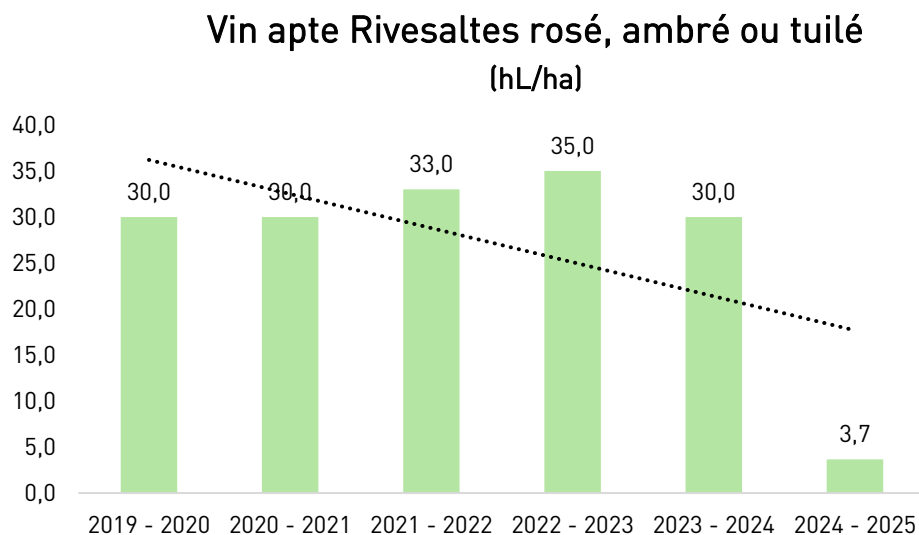


Figure 16 : Evolution des rendements moyens tout confondu (en hL/ha) par campagne

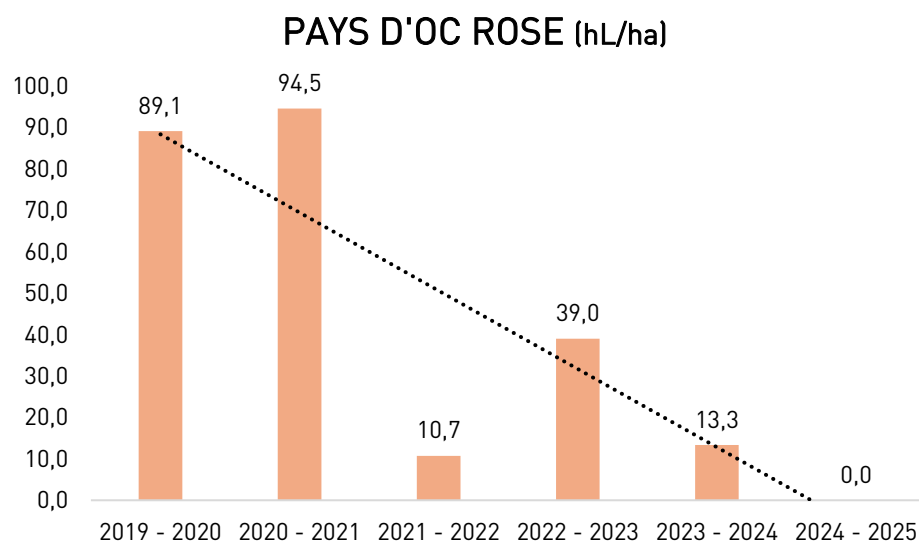
Les principales productions sont ainsi décrites :



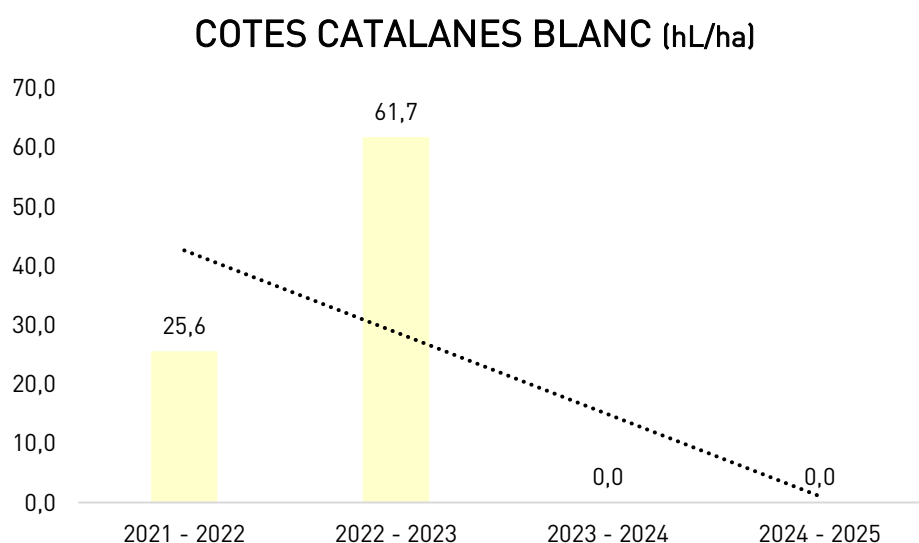
On observe des rendements stables pour l'ensemble des campagnes, sauf pour celle 2024-2025 qui a enregistré des rendements bas (-88% de rendements par rapport à la moyenne des rendements enregistrés).



Pour le Pays d'Oc rosé, les rendements ont drastiquement chuté jusqu'à 0hL/ha (problème climatique) pour la campagne 2024-2025.



Pour les Côtes Catalanes blanc, les rendements ont drastiquement chuté jusqu'à 0hL/ha (problème climatique) pour les 2 dernières campagnes.



**\*Pas de production pour la campagne 2020-2021**

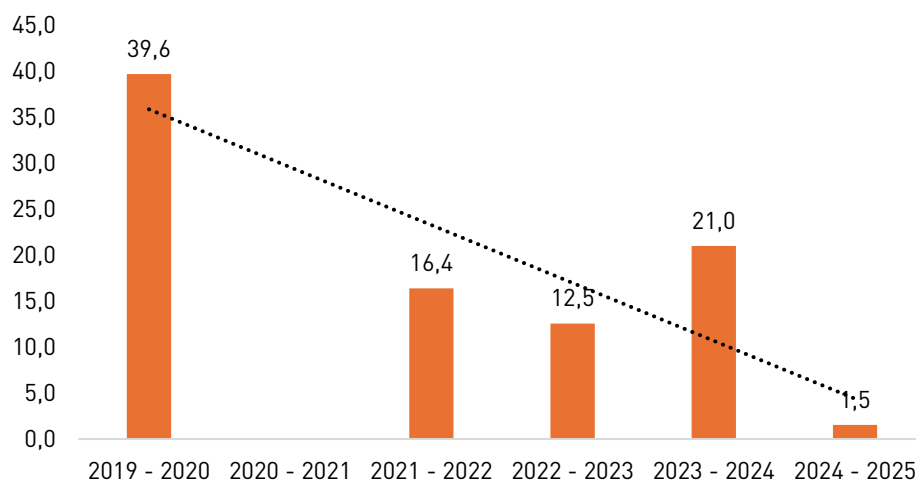
Pour le Pays d'Oc Rouge, les rendements ont drastiquement chuté jusqu'à 1,5 hL/ha (problème climatique) pour la dernière campagne.

**\*Pas de production pour les campagnes 2022-2023 et 2024-2025**

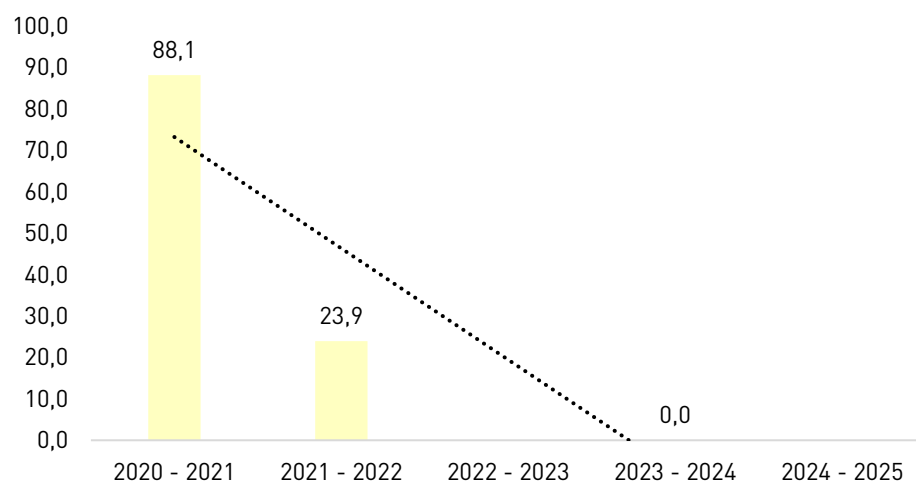
Pour le Pays d'Oc Blanc, les rendements ont drastiquement chuté jusqu'à 0hL/ha (problème climatique) pour la campagne 2023-2024.

Pour le Languedoc rosé, on observe des **rendements stables.**

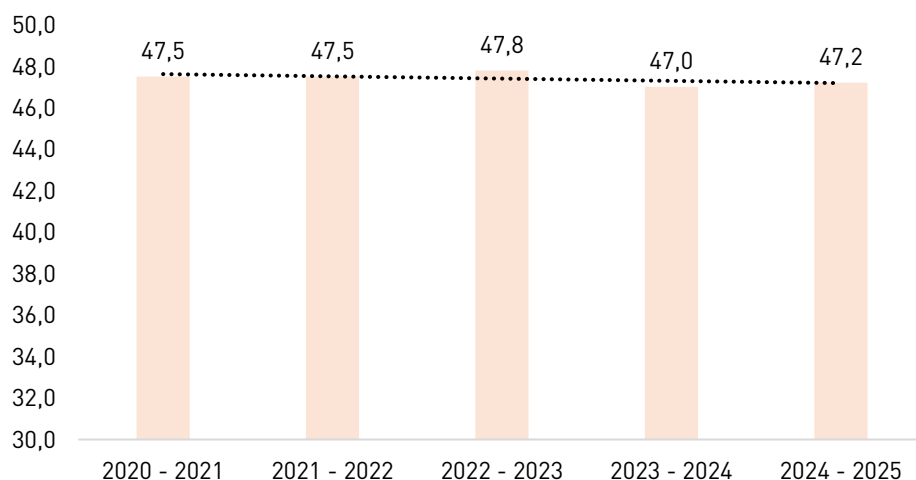
### PAYS D'OC ROUGE (hL/ha)\*

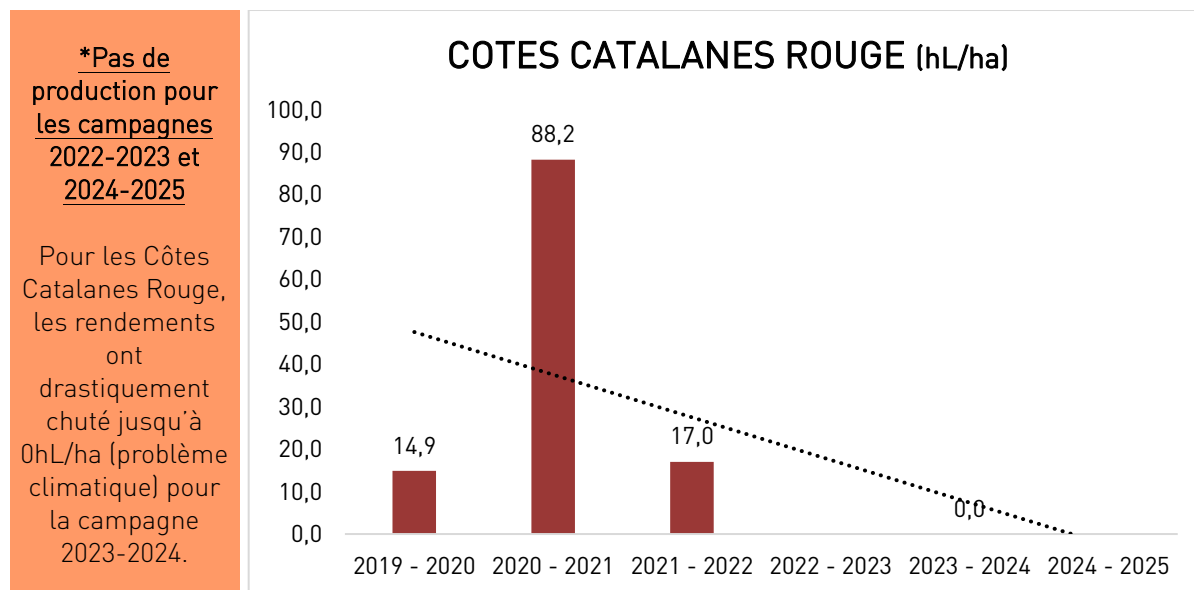


### PAYS D'OC BLANC (hL/ha)\*



### Languedoc rosé (hL/ha)





Rendements stables

Rendements stables hors problème climatique

Rendements en baisse

L'analyse des rendements (en hL/ha) sur la période 2019–2025 met en évidence une forte variabilité selon les appellations ainsi qu'une dégradation progressive de certaines productions, liée notamment à des aléas climatiques et dans certains cas, à des productions non vinifiées.

Sur l'ensemble des six campagnes observées, les rendements présentent des valeurs très hétérogènes, allant de productions nulles à des niveaux élevés.

La **moyenne générale** se situe autour de 30 à 40 hL/ha, avec des fluctuations importantes selon les années et les catégories de vin.

- **Appellations à rendements stables**

Certaines catégories montrent une relative stabilité :

- **Muscat de Rivesaltes** : rendements constants à 30 hL/ha, traduisant une production maîtrisée et peu affectée par les variations climatiques ;
- **Vin apte Rivesaltes rosé, ambré ou tuilé** : moyenne de 26,9 hL/ha, (hors problème climatique de la campagne 2024-2025) ;
- **Languedoc rosé** : rendements constants à 47 hL/ha, traduisant une production maîtrisée et peu affectée par les variations climatiques.

- **Appellations en difficulté :**

Plusieurs productions présentent des rendements très fluctuants :

- **Pays d'Oc Rouge** : oscillations importantes entre 1,5hL/ha (2024–2025) et 39,6 hL/ha, pour une moyenne faible de 18,2 hL/ha ;
- **Côtes Catalanes Rouge et Pays d'Oc Rosé** : années très productives (ex. 2020–2021 avec 88,2 et 94,5 hL/ha), suivies de chutes importantes certaines années, voir des rendements nuls (problème climatique) ;

- Côtes Catalanes blanc et Pays d'Oc blanc : des rendements nuls sur les campagnes récentes (2023–2025).

Le tableau comporte plusieurs signaux : mention explicite de problèmes climatiques, particulièrement lors des années les plus faibles ; présence de productions non vinifiées.

Ces éléments expliquent en grande partie les variations extrêmes observées, notamment dans les campagnes 2023–2024 et 2024–2025, où plusieurs catégories affichent des valeurs nulles.

L'ensemble des données met en avant :

Une **tendance à la baisse des rendements** depuis 2019 dans plusieurs catégories ;

Une **instabilité croissante**, liée aux conditions climatiques (mentions récurrentes de « **problèmes climatiques** » pour les campagnes récentes ;

Des **rendements contrastés selon les appellations**, certaines restant stables (Muscat de Rivesaltes et Languedoc rosé), d'autres étant fortement impactées (Pays d'oc rouge, Cotes catalanes rouge, Pays d'oc rose, Cotes catalanes blanc, Pays d'Oc blanc) ;

### 4.3 Caractéristiques du projet

La suite de l'étude et de la projection permettra d'apprécier à la fois la dynamique en place de l'exploitation agricole et l'impact du projet d'agrivoltaïsme sur la performance technico-économique de la ferme viticole.

Les indicateurs clés de l'exploitation seront ainsi étudiés pour comprendre les tenants et aboutissant d'un tel projet en termes de **besoin en main d'œuvre**, **besoin en fonds de roulement** et à terme de **revenu durable** sur l'exploitation de M. HENRIC.

L'objectif est la protection climatique de la parcelle avec une ombrière agrivoltaïque dynamique réhaussée pour protéger des événements climatiques marquants tels que :

- les gelées printanières récurrentes
- les épisodes de grêle
- les sécheresses estivales
- les pics de chaleur entraînant l'échaudage.

Cette protection climatique est complétée par un pilotage agronomique et dynamique de la structure agrivoltaïque qui tend à maintenir le rendement en tendance (hors aléas climatique) et selon les abaques retenus de densité de production viticole.

### 4.3.1 Implantation des parcelles

L'implantation des parcelles sera ainsi orientée :

|                   | Caractéristiques          | Avant-projet                                                          | Projet agrivoltaïque sous ombrière                      |
|-------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Raisins de cuves  | Inter-rang                | 2,5m                                                                  | 2,5m                                                    |
|                   | Inter-cep                 | 1m                                                                    | 0,9m                                                    |
|                   | Nombres de pieds/ha       | 4 000                                                                 | <b>3 555 (-12% par rapport au nombre actuel) *</b>      |
|                   | Charge de grappes/pied    | 6-7                                                                   | 6-7                                                     |
|                   | Cépages                   | -                                                                     | Grenache blanc, Grenache gris et Caladoc                |
| Raisins de tables | Inter-rang                | <i>Pas de production en raisins de tables sur la ZIP avant-projet</i> | 12,5m (inter-poteaux)                                   |
|                   | Inter-cep                 |                                                                       | 1,8m                                                    |
|                   | Nombres de pieds/ha       |                                                                       | <b>4216 pieds au total sur l'alignement des poteaux</b> |
|                   | Charge de grappes/pied    |                                                                       | 6-7                                                     |
|                   | Cépages                   |                                                                       | Muscat d'Alexandrie, Ora, Lavallée                      |
|                   | TOTAL densité de pieds/ha | <b>4 000 pieds/ha</b>                                                 | <b>4 069 (+1,75% par rapport à la densité actuelle)</b> |

\*Le nombre de pieds prend en considération le retranchement lié aux poteaux

Tableau 3 : Caractéristiques d'implantation avant et après projet agrivoltaïque

A noter qu'actuellement, une part des vignes (environ 50%) a déjà été arraché en 2022 comme en témoigne les images satellites de la zone d'étude.

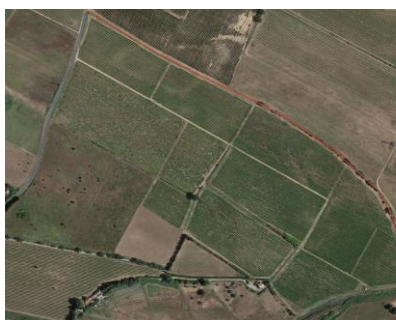


Figure 17 : Parcelle avec vigne, année 2020



Figure 18: Parcelle avec une partie des vignes arrachées, année 2023



Figure 19 : Parcelle avec la zone en jachère, année 2025

La composante du rendement est corrélée aux densités d'implantation de la vigne et aux conduites culturales. Les références d'implantation de l'IFV (Institut de la Vigne et du Vin) corréleront des rendements suivants les modalités d'implantation :

|                      | Vins de cuve (mécanisable) – 88% de la surface                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                            | Vins de tables (récolte manuelle) – 12% de la surface                                                              |                                                                                                                                               |                                                                                                                |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                      | Grenache blanc                                                                                                                                                                                                                          | Grenache gris                                                                                                                                                                                                                           | Caladoc                                                                                                                    | Muscat d'Alexandrie                                                                                                | Ora                                                                                                                                           | Lavallée                                                                                                       |
| Densité (ceps/ha)    | 4 000 (AOP Languedoc) ; 4 400                                                                                                                                                                                                           | 4 000–4 400 min. selon AOP Roussillon                                                                                                                                                                                                   | 4 000–4 400 min. (AOP) ; jusqu'à 5 000 m² inter-cep en CDR (Côtes du Rhône)                                                | 1 600–2 500 (table) ; 4 000+ si vin doux naturel (VDN)                                                             | 1 600–2 000                                                                                                                                   | 1 600–2 200                                                                                                    |
| Écartements typiques | 2,20–2,50 m × 1,00–1,10 m                                                                                                                                                                                                               | 2,20–2,50 m × 1,00–1,10 m                                                                                                                                                                                                               | 2,50 m × 1,00–1,25 m                                                                                                       | 2,50 × 2,50 m (gobelet) — testé en raisin de table                                                                 | 2,50–3,00 m × 1,50–2,00 m (palissage table)                                                                                                   | 2,50–3,00 m × 1,50–2,00 m (palissage T ou pergola)                                                             |
| Charge/cep           | 6–8 yeux ; ~1,2–1,5 kg/cep                                                                                                                                                                                                              | 6–8 yeux ; ~1,2–1,8 kg/cep                                                                                                                                                                                                              | 6–10 yeux ; ~1,5–2,0 kg/cep                                                                                                | Objectif 5–8 kg/cep (jusqu'à 8–9 kg après tri)                                                                     | Objectif 5–7 kg/cep                                                                                                                           | Objectif 8–10 kg/cep (haute fertilité)                                                                         |
| Rendement cohérent   | AOP Languedoc blanc : 60 hl/ha (butoir 70) ;<br>IGP Pays d'Oc : 90 hl/ha ;<br>AOP Rivesaltes (VDN) : 30 hl/ha (butoir 40) ;<br>IGP Côtes Catalanes : 90 hl/ha ;<br>AOP Côtes du Roussillon : 50 hl/ha (blanc/rosé)                      | AOP Rivesaltes : 30 hl/ha ;<br>AOP Côtes du Roussillon : 50 hl/ha ;<br>IGP Côtes Catalanes : 90 hl/ha ;<br>IGP Pays d'Oc : 90 hl/ha                                                                                                     | IGP Pays d'Oc : 90 hl/ha ;<br>Vin sans IG (Vin de France) : 100 hl/ha                                                      | 12–18 t/ha (estimation)                                                                                            | ~15–18 t/ha (estimation)                                                                                                                      | ~15–20 t/ha (estimation, variété productive)                                                                   |
| Avantages            | Tenue sécheresse/vent ; vins gras/ronds ; mécanisation aisée ; volume + alcool                                                                                                                                                          | Mutation grise du Grenache ; idéal VDN, vins « orange » et rosés gastronomiques ; valorisation premium Roussillon                                                                                                                       | INRA 1958 (Grenache N × Cot) ; pas de coulure → production régulière ; grappes aérées ; couleur intense ; mécanisable 100% | Cépage emblématique. Double débouché table+VDN ; arômes muscatés intenses ; baies dorées XL ; résistant sécheresse | Le plus précoce des raisins blancs → prime de précocité commerciale ; gros grains croquants ; flexible en taille ; résistant pourriture grise | Variété historique mondiale ; gros grains noirs sucrés ; excellente tenue transport/conservation → export, GMS |
| Sources              | (CAHIER DES CHARGES DE L'APPELLATION D'ORIGINE CONTRÔLÉE « Languedoc », 2010), (CAHIER DES CHARGES DE L'APPELLATION D'ORIGINE PROTÉGÉE « RIVESALTES », 2022), (CAHIER DES CHARGES INDICATION GEOGRAPHIQUE PROTÉGÉE « PAYS D'OC », 2024) | (CAHIER DES CHARGES DE L'APPELLATION D'ORIGINE CONTRÔLÉE « Languedoc », 2010), (CAHIER DES CHARGES DE L'APPELLATION D'ORIGINE PROTÉGÉE « RIVESALTES », 2022), (CAHIER DES CHARGES INDICATION GEOGRAPHIQUE PROTÉGÉE « PAYS D'OC », 2024) | (CAHIER DES CHARGES INDICATION GEOGRAPHIQUE PROTÉGÉE « PAYS D'OC », 2024)                                                  | Rendements : estimation basée sur écartements standards raisin de table                                            | Rendements : estimation basée sur écartements standards raisin de table                                                                       | Rendements : estimation basée sur écartements standards raisin de table                                        |

Tableau 4 : Références d'implantation

### 4.3.2 Valeur de rendement retenue

- *Pour le raisin de cuve*

Le récapitulatif des rendements obtenus est présenté ci-contre :

|                                                                                                                                                             | Rendements en hL/ha | Rendements sur le projet [-12% de pieds/ha]* |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------|
| Valeurs moyennes des rendements de M. HENRIC sur les exercices <u>hors années avec des aléas climatiques</u> (2019-2020, 2020-2021, 2021-2022 et 2022-2023) | 40,5 hL/ha          | 35,6 hL/ha                                   |
| Valeurs moyennes des rendements de M. HENRIC sur les exercices <u>en périodes d'aléas climatiques</u> (2023-2024 et 2024-2025)                              | 16,8 hL/ha          | 14,8 hL/ha                                   |
| Valeurs moyennes des rendements de M. HENRIC sur l'ensemble de la période (exercices 2019 à 2025)                                                           | 32,6 hL/ha          | 28,7 hL/ha                                   |
| Rendements moyens 2024-2025 observés à la cave coopérative Laure de Nyls                                                                                    | 50,5 hL/ha          | 44,4 hL/ha                                   |

\*Le nombre de pieds prend en considération le retranchement lié aux poteaux

Tableau 5 : Récapitulatif des différents rendements obtenus

En prenant en compte :

- Les rendements effectifs moyens observés hors années marquées par des aléas climatiques,
- Les rendements effectifs moyens observés à l'échelle de la cave coopérative Laure de Nyls,
- Des rendements moyens potentiels plus élevés, liés au déclassement de la parcelle en IGP / vin de pays, exemples :
  - o **Grenache blanc** : Rendement agronomique potentiel 50-80 hL/ha en conditions correctes. Plafonds réglementaires : 50 hL/ha en AOP Côtes du Roussillon blanc (rendement butoir 54), 90 hL/ha en IGP Côtes Catalanes, jusqu'à 90 hL/ha en IGP Pays d'Oc ;
  - o **Grenache gris** : Potentiel 45-70 hL/ha en sec. Plafonds : 50 hL/ha en AOP Côtes du Roussillon (blanc et rosé), 90 hL/ha en IGP.
  - o **Caladoc** : Potentiel agronomique 60-90 hL/ha, on cite couramment 70 hL/ha en conduite classique sud méditerranéenne. Autorisé en IGP Côtes Catalanes et en IGP Pays d'Oc (90 hL/ha).
  - o Sans compter en dernier niveau, les Vins Sans Indications Géographiques (VSIG) / Vins de France, sans contraintes de rendements ni de cépages.

Et en excluant :

- Les années affectées par des épisodes d'aléas climatiques, **le projet agriPV ayant pour objectif d'améliorer les rendements grâce à une régulation microclimatique** (diminution des températures d'environ 2 °C en période de fortes chaleurs, augmentation d'environ +2 °C lors

des épisodes de gel, réduction des phénomènes d'échaudage, la structure agriPV jouant un rôle de « parasol »). L'ombrière AgriPV permet de « remonter » les rendements vers le potentiel théorique, comme le suggèrent les essais IFV/Sun'Agri notamment ([*Premiers résultats de l'expérimentation agrivoltaïque de Sun'Agri à Piolenc*, s. d.]).

**Pour la suite de l'étude, nous considérerons d'après la Figure 15 : Synthèse des rendements viticoles sur la période 2019 - 2025 :**

- Le cépage CALADOC qui est valorisé de manière systématique en côte catalane rouge ou rosé (vin de table). **Rendement moyen : 40hL/h** (hors année de non-récolte)
- Le cépage GRENACHE GRIS qui est valorisé initialement en côte de Roussillon rosé et si impossible alors en Languedoc rosé. **Rendement moyen : 47,5 hL/ha**
- Le cépage GRENACHE BLANC qui est valorisé en vin doux. **Rendement moyen : 31,6 hL/ha** (hors année extrême de 3,7hL/ha).

Ainsi, la moyenne des rendements pourra être estimé à **39,7hL/ha** pour la partie raisin de cuve. Ce rendement sera ensuite pondéré au prorata de son implantation à savoir 88% de la surface, les 12% restant étant ceux du vin de table

*NB : Dans la configuration d'un agrivoltaïsme dynamique, la vigueur est considérée comme maintenue puisqu'assurant la quantité suffisante de lumière pour chaque stade phénologique et donc pour le bon déroulement de la composante du rendement.*

- **Pour le raisin de table**

Quelques références technico-économiques en conduite professionnelle sud France :

|                     | Références                                    | Rendement moyen          | Rendement moyen par pied      | Source                                                                                          |
|---------------------|-----------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Muscat d'Alexandrie | Raisin blanc à gros grain, aromatique         | 12-18 t/ha selon densité | 3 - 4kg<br>(Densité observée) | (« Muscat d'Alexandrie », 2026), (Ganesch, s. d.-a)                                             |
| Lavallée            | Raisin noir à gros grain, productif vigoureux | 15-20 t/ha               | 7 - 9kg<br>(Basse densité)    | (Alphonse Lavallée-Plantgrape, s. d.)                                                           |
| Ora                 | Raisin blanc précoce, récolte fin juillet     | 15-18 t/ha               | 9 - 11kg<br>(Basse densité)   | (L' Ora - <a href="http://www.lescepages.fr">www.lescepages.fr</a> , s. d.), (Ganesch, s. d.-b) |

Or il faut tenir compte de la densité observée et dans ce cas-ci, le Muscat d'Alexandrie est implanté à 4216 pieds/ha soit pour environ 16t/ha soit un rendement par pied de :

|                       |         |             |               |
|-----------------------|---------|-------------|---------------|
| MOYENNE               | 16 t/ha | 3,8 kg/pied | 4216 pieds/ha |
| Moyenne basse retenue | 15t/ha  | 3,6kg/pied  | 4216pieds/ha  |

Tableau 6 : Références et moyennes observées

Le raisin étant irrigué, il est raisonnable d'estimer qu'un rendement moyen de l'ordre de 15t/ha peut être attendu au vu du système combiné pour lequel il manque des données techniques agricoles.

#### 4.3.3 Estimation de rémunération de raisin de cuve et raisin de table en pleine production après la mise en place du projet

Données disponibles :

- Rendement retenu : 39,7 hL/ha ;
- Valorisation : IGP Côtes Catalanes ou encore IGP Pays d'Oc ;
- Surface : 8,2 ha pondéré à 88% soit 7,2ha

**Estimation de rémunération de raisin de cuve en pleine production après la mise en place du projet : 34 147 €.**

❖ L'estimation de rémunération de **raisin de table** en pleine production après la mise en place du projet

- Rendement moyen retenu : 15 t/ha à raison de 4216 pieds/ha soit un rendement moyen de 3,6kg/cep.
- Prix moyen retenu :

|                     | Références                                                   | Prix moyen           | Source         |
|---------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------|----------------|
| Muscat d'Alexandrie | RAISIN Muscat<br>Alexandrie<br>Roussillon plateau<br>(le kg) | ~2,50 €/kg HT        | France Agrimer |
| Lavallée            | Raisin Lavallée<br>(Sud-Est, cat. I)                         | ~1,80 à 2,70 €/kg HT | France Agrimer |
| Ora                 | Référentiel RNM –<br>Sud-Est                                 | ~2,30 à 2,60 €/kg HT | France Agrimer |

|                |                      |
|----------------|----------------------|
| <b>MOYENNE</b> | <b>~2,40 €/kg HT</b> |
|----------------|----------------------|

Tableau 7 : Prix moyen retenu

- Surface : Sur l'alignement de toutes les rangées de poteaux (7590 m) soit 4216 pieds de vignes ;
- Rendement moyen par pied : 3,6 kg/pied.

**Estimation de vente de raisin de table en pleine production après la mise en place du projet :**

- Un rendement estimé et retenu à 15T/ha au vu de la densité observée
- Un équivalent de 0,984ha en prenant en compte 12% de la surface du projet
- Un prix de marché de 2,4€/kg

Ceci permet d'estimer un chiffre d'affaires de 35 424 €/ha pour l'atelier raisin de table

## 4.4 Bilan de l'actif (période 2021-2025)

Le total du bilan (Figure 20) a augmenté de 24% en 5 ans, passant de 391K€ en 2021 à 487K€ en 2025.

Cette augmentation est principalement due à l'augmentation de l'actif immobilisé passant de 153 013 € en 2021 à 309 457 € en 2025 (+102%). Cette progression est portée par :

- **L'acquisition de matériels et installations techniques** : le poste a plus que doublé entre 2021 et 2025, atteignant 150 975 € après amortissements ;
- **Le foncier** : apparition de terrains à l'actif dès 2023 (30k€), grimpant à 70 300 € en 2025, indiquant une extension du domaine ;
- **L'outil de production (végétaux)** : les plantations restent stables autour de 70k€-80k€, constituant la base productive principale de l'exploitation viticole.

| ACTIF                                       |                  |                  |                  |                  |                  |
|---------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                                             | 2021             | 2022             | 2023             | 2024             | 2025             |
| Capital souscrit non appelé                 | - €              | - €              | - €              | - €              | - €              |
| <b>ACTIF IMMOBILISÉ</b>                     |                  |                  |                  |                  |                  |
| Immobilisations incorporelles               | - €              | - €              | - €              | - €              | - €              |
| Frais d'établissement                       | - €              | - €              | - €              | - €              | - €              |
| Avances et acomptes (Incorp.)               | - €              | - €              | - €              | - €              | - €              |
| Autres (Incorp.)                            | - €              | - €              | - €              | - €              | - €              |
| Immobilisations corporelles (H. B. V.)      | - €              | - €              | - €              | - €              | - €              |
| Terrains                                    | - €              | - €              | 30 000 €         | 30 000 €         | 70 300 €         |
| Constructions                               | - €              | - €              | - €              | - €              | - €              |
| Installations techniques, matériels         | 59 405 €         | 50 505 €         | 126 519 €        | 173 090 €        | 150 975 €        |
| Autres                                      | 134 €            | 83 381 €         | 2 854 €          | 2 042 €          | 1 230 €          |
| Avances et acomptes (Corp. HBV)             | - €              | - €              | - €              | - €              | - €              |
| Immobilisations corporelles (Biens vivants) | - €              | - €              | - €              | - €              | - €              |
| Animaux                                     | - €              | - €              | - €              | - €              | - €              |
| Végétaux                                    | 80 364 €         | 89 876 €         | 80 994 €         | 71 806 €         | 79 706 €         |
| Autres                                      | 12 076 €         | - €              | - €              | - €              | - €              |
| Avances et acomptes (Corp. BV)              | - €              | - €              | - €              | - €              | - €              |
| Immobilisations financières                 | 1 035 €          | 1 042 €          | 1 042 €          | 1 058 €          | 7 245 €          |
| <b>TOTAL ACTIF IMMOBILISÉ</b>               | <b>153 013 €</b> | <b>224 805 €</b> | <b>241 410 €</b> | <b>277 996 €</b> | <b>309 457 €</b> |
| <b>ACTIF CIRCULANT</b>                      |                  |                  |                  |                  |                  |
| Biens vivants et en cours                   | - €              | - €              | - €              | - €              | - €              |
| Animaux                                     | - €              | - €              | - €              | - €              | - €              |
| Végétaux                                    | - €              | - €              | - €              | - €              | - €              |
| Autres et en cours                          | - €              | - €              | - €              | - €              | - €              |
| Stocks                                      | - €              | - €              | - €              | - €              | - €              |
| Approvisionnements                          | 940 €            | 1 248 €          | 1 610 €          | 2 020 €          | 3 424 €          |
| Produits finis - autres produits            | 156 406 €        | 146 799 €        | 146 091 €        | 140 502 €        | 156 391 €        |
| Avances et acomptes versés sur commandes    | - €              | 3 000 €          | 1 200 €          | 300 €            | - €              |
| Créances                                    | - €              | - €              | - €              | - €              | - €              |
| Clients                                     | 271 €            | 1 404 €          | - €              | - €              | - €              |
| Personnel et organismes sociaux             | - €              | - €              | - €              | - €              | - €              |
| Etat - TVA                                  | - €              | 15 259 €         | 19 013 €         | 12 657 €         | 2 265 €          |
| Groupes et associés                         | - €              | - €              | - €              | - €              | - €              |
| Autres créances                             | 115 €            | 1 007 €          | - €              | - €              | 2 968 €          |
| Valeurs mobilières de placement             | 38 400 €         | - €              | - €              | - €              | - €              |
| Disponibilités                              | 42 677 €         | 14 112 €         | 6 651 €          | - €              | 10 361 €         |
| Charges constatées d'avance                 | - €              | - €              | - €              | 772 €            | 2 240 €          |
| <b>TOTAL ACTIF CIRCULANT</b>                | <b>238 809 €</b> | <b>182 828 €</b> | <b>174 564 €</b> | <b>156 251 €</b> | <b>177 648 €</b> |
| Charges à répartir                          | - €              | - €              | - €              | - €              | - €              |
| Écarts de conversion                        | - €              | - €              | - €              | - €              | - €              |
| <b>Total du bilan</b>                       | <b>391 822 €</b> | <b>407 633 €</b> | <b>415 974 €</b> | <b>434 247 €</b> | <b>487 105 €</b> |

Figure 20 : Total de l'actif de l'EARL

L'actif concerne essentiellement le foncier agricole, les vignes et installations techniques associées.

## 4.5 Bilan du passif

Le bilan du passif (Figure 21) montre des résultats fragiles : trois exercices déficitaires sur cinq, avec une perte notable de -43 136 € en 2022 et -20 395 € en 2025.

La Situation Nette (Capital + Résultat d'exercice) est négative sur 3 des 5 exercices. Cependant, les **Capitaux Propres globaux restent positifs** grâce au poids important des subventions d'investissement mais ces capitaux ont diminué de 50% entre 2021 et 2025 (respectivement 124K€ et 62K€).

Dettes Bancaires : les emprunts ont explosé, passant de 62k€ (2021) à 226k€ (2025). Cela correspond au financement des nouveaux matériels et terrains.

Comptes Courants d'Associés (CCA) : ils constituent un pilier du financement de l'EARL, oscillant entre 148k€ et 195k€. En 2025, Philippe et Jean HENRIC soutiennent la structure à hauteur de 179 662 €, ce qui permet de pallier le manque de fonds propres.

Le total des dettes (424k€) représente 87% du total passif en 2025.

**L'EARL HENRIC LACLARE est dans une phase d'investissement, de modernisation et d'agrandissement (forte hausse des immobilisations et de la dette bancaire).**

| PASSIF                                    |                  |                   |                   |                  |                   |
|-------------------------------------------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|
|                                           | 2021             | 2022              | 2023              | 2024             | 2025              |
| <b>CAPITAUX PROPRES</b>                   |                  |                   |                   |                  |                   |
| Capital individuel                        | - €              | - €               | - €               | - €              | - €               |
| Capital social                            | 7 622 €          | 7 622 €           | 7 622 €           | 7 622 €          | 7 622 €           |
| Primes d'émission, de fusion, d'apport    | - €              | - €               | - €               | - €              | - €               |
| Écarts de réévaluation                    | - €              | - €               | - €               | - €              | - €               |
| Réserves                                  | - €              | - €               | - €               | - €              | - €               |
| Report à nouveau                          | - €              | - €               | - €               | - €              | - €               |
| <b>Résultat de l'exercice</b>             | <b>4 272 €</b>   | <b>- 43 136 €</b> | <b>- 16 826 €</b> | <b>13 821 €</b>  | <b>- 20 395 €</b> |
| <b>SITUATION NETTE</b>                    | <b>11 895 €</b>  | <b>- 35 513 €</b> | <b>- 9 204 €</b>  | <b>21 443 €</b>  | <b>- 12 773 €</b> |
| Subventions d'investissement              | 112 718 €        | 102 886 €         | 93 054 €          | 83 222 €         | 75 626 €          |
| Provisions réglementées                   | - €              | - €               | - €               | 5 253 €          | - €               |
| <b>TOTAL CAPITAUX PROPRES</b>             | <b>124 612 €</b> | <b>67 373 €</b>   | <b>83 851 €</b>   | <b>109 918 €</b> | <b>62 854 €</b>   |
| <b>PROVISIONS</b>                         |                  |                   |                   |                  |                   |
| Provisions pour risques                   | 0                | 0                 | 0                 | 0                | 0                 |
| Provisions pour charges                   | 0                | 0                 | 0                 | 0                | 0                 |
| <b>TOTAL PROVISIONS</b>                   | <b>- €</b>       | <b>- €</b>        | <b>- €</b>        | <b>- €</b>       | <b>- €</b>        |
| <b>DETTES</b>                             |                  |                   |                   |                  |                   |
| Dettes financières                        | - €              | - €               | - €               | - €              | - €               |
| Emprunts et dettes assimilées             | 62 262 €         | 69 731 €          | 150 096 €         | 154 305 €        | 222 610 €         |
| Comptes d'associés                        | 185 525 €        | 195 289 €         | 170 998 €         | 148 986 €        | 179 662 €         |
| Concours bancaires courants et découverts | - €              | - €               | - €               | 2 498 €          | - €               |
| Avances et acomptes recus sur commandes   | - €              | - €               | - €               | - €              | - €               |
| Fournisseurs et comptes rattachés         | 8 815 €          | 61 727 €          | 4 587 €           | 17 863 €         | 14 350 €          |
| Autres dettes fiscales et sociales        | 7 833 €          | 12 390 €          | 6 066 €           | 265 €            | 6 987 €           |
| Etat - TVA                                | 2 775 €          | 1 124 €           | 377 €             | 411 €            | 642 €             |
| Associés / Opérations faites en commun    | - €              | - €               | - €               | - €              | - €               |
| Autres dettes                             | - €              | - €               | - €               | - €              | - €               |
| Produits constatés d'avance               | - €              | - €               | - €               | - €              | - €               |
| <b>TOTAL DES DETTES</b>                   | <b>267 210 €</b> | <b>340 260 €</b>  | <b>332 124 €</b>  | <b>324 328 €</b> | <b>424 251 €</b>  |
| Écarts de conversion                      | - €              | - €               | - €               | - €              | - €               |
| <b>TOTAL GÉNÉRAL PASSIF</b>               | <b>391 822 €</b> | <b>407 633 €</b>  | <b>415 974 €</b>  | <b>434 247 €</b> | <b>487 105 €</b>  |

Figure 21 : Bilan du passif

## 4.6 Compte de résultat

L'activité de l'EARL HENRIC LACLARE montre une tendance baissière sur la période (2020-2025) notamment lié à des accidents climatiques (hors 2023). **Les ventes sont passées de 180 k€ en 2021 à seulement 78 k€ en 2025 (année exceptionnelle), soit une baisse de 56%.**

L'année 2025 est marquée par une variation d'inventaire positive (+15,8 k€), suggérant une reconstitution de stock finie ou une récolte non vendue, contrastant avec les années précédentes où le déstockage de vin était plus important (notamment -39,8 k€ en 2021).

**Le résultat d'exploitation est structurellement déficitaire (4 années sur 5).**

**Poids du personnel :** c'est le premier poste de dépense. Il a culminé à 90 k€ en 2022 avant d'être réduit à 54,8 k€ en 2025. La rémunération du gérant est stabilisée à 18 k€.

**Charges fixes :** les dotations aux amortissements sont stables (environ 32 k€), ce qui indique un outil de production maintenu mais dont le coût fixe devient lourd face à la baisse du CA.

**Seuil de rentabilité :** l'entreprise ne parvient pas à couvrir ses charges d'exploitation par sa production propre du fait de la baisse de production observée. Le résultat d'exploitation de 2024 (1,1 k€) fait exception uniquement grâce à un niveau record d'indemnités et subventions (71 k€).

**On observe une dégradation du résultat financier, qui passe de -967 € à -9 106 €.**

Les charges d'intérêts ont été multipliées par 9 en 5 ans.

En 2025, l'apparition d'intérêts sur comptes courants (674 €) et l'augmentation des intérêts sur emprunts court terme suggèrent des tensions de trésorerie importantes nécessitant le recours à des financements externes coûteux.

**Le résultat net est maintenu à flot ou "limité" uniquement par des opérations exceptionnelles : cessions d'actifs et subventions d'investissement.**

**De manière générale, la situation financière de l'EARL est semblable à la fragilité observée au niveau départementale en termes de baisse de volume de production.**

Les tendances pluriannuelles des indicateurs principaux du compte de résultat (et des soldes intermédiaires de gestion dit SIG) sont présentées ci-après :

Dans la présentation des résultats, il est bien précisé que :

- Les résultats de 2020 à 2025 sont définitifs
- Les résultats 202X correspondent à l'année de pleine production avec le projet agrivoltaïque
- L'année 202X est découpé par atelier :
  - o Exploitation hors projet agrivoltaïque
  - o Parcelle agrivoltaïque raisin de cuve
  - o Parcelle agrivoltaïque raisin de table

Le résultat 202X et après est prévisionnel au vu des éléments techniques présentés dans le rapport, en production de croisière. Les déclarations et les hypothèses retenues ont permis d'établir cette projection.

| DONNEES EXPLOITATION             |           |           |           |           |           |          |                    |                                                                             |                                                                              |                                  |
|----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
|                                  | 2021      | 2022      | 2023      | 2024      | 2025      | MOYENNE  | Vignes hors projet | Focus projet agriPV<br>(RAISIN DE CUVE) -<br>pondéré à 88% de la<br>surface | Focus projet agriPV<br>(RAISIN DE TABLE) -<br>pondéré à 12% de la<br>surface | TOTAL ANNEE<br>202X et suivantes |
| Surface (ha) <b>EN VIGNE</b>     | 37,3      | 38,1      | 37,6      | 38,3      | 42,9      | 38,8     | 40,654             | 7,216                                                                       | 0,984                                                                        | 47,87                            |
| Rendement moyen (hL/ha) ou kg/ha | 63,1      | 25,5      | 37,7      | 17,7      | 16,0      | 32,0     | 32,0               | 39,7                                                                        | 15000,0                                                                      | 71,7                             |
| Qtré produite (hL) ou kg (table) | 2300,0    | 1232,7    | 1377,6    | 993,3     | 822,9     | 1345,3   | 1300,3             | 286,5                                                                       | 11070,0                                                                      | 1586,8                           |
| Coût de production à l'hectare   | 3 995 €   | 5 236 €   | 4 479 €   | 3 106 €   | 3 256 €   | 4014,4   | 4 995 €            | 4 905 €                                                                     | 16 477 €                                                                     | 5319,9                           |
| Coût de production total (€)     | 148 878 € | 199 294 € | 168 388 € | 118 941 € | 139 732 € | 162207,7 | 203 058 €          | 35 392 €                                                                    | 16 213 €                                                                     | 254663,6                         |
| Coût de production à l'hL        | 64,7 €    | 161,7 €   | 122,2 €   | 119,7 €   | 169,8 €   | 134,6    | 156,2 €            | 123,5 €                                                                     | - €                                                                          | 279,7                            |
| Prix de vente moyen (€/hL)       | 78,5 €    | 126,6 €   | 109,7 €   | 121,3 €   | 95,3 €    | 119,2    | 119,2 €            | 119,2 €                                                                     | 2,40 €                                                                       | 238,4                            |

Figure 22: Synthèse des éléments techniques et projections de prix et volumes estimés

Les surfaces augmentent en tendance. Les rendements observent des baisses significatives et les coûts de productions par hL observent des hausses importantes.

Pour l'atelier raisin de table, un estimatif de 15t/ha avec une quantité récoltée de 75% soit 11t/ha en lien avec la qualité des grappes effectivement vendables.

L'année de projection 202X correspond à l'année de production en croisière (2028-2030) et permet d'identifier une contribution de chacun des 3 sous-ateliers (*vigne hors projet, vigne cuve en agri PV, vigne table en agri PV*).

Les surfaces de vignes étant mélangées, la surface totale représente 47,87ha, mais les surfaces sont pondérées au nombre de vignes présentes sur le rang (88% pour le raisin de cuve et 12% pour le raisin de table) .

Il y a bien une augmentation de surface de l'ordre de +10%

*Nb : la zone témoin de 5372m2 est comptabilisée dans la zone « vignes hors projet »*

| PRODUITS D'EXPLOITATION                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                                                                 |                                                                             |                                                                              |                                  |
|------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
|                                          | 2021             | 2022             | 2023             | 2024             | 2025             | MOYENNE          | Vignes hors projet<br>(rendement<br>moyen*quantité<br>produite) | Focus projet agriPV<br>(RAISIN DE CUVE) –<br>pondéré à 88% de la<br>surface | Focus projet agriPV<br>(RAISIN DE TABLE) –<br>pondéré à 12% de la<br>surface | TOTAL ANNEE<br>202X et suivantes |
| Ventes raisin de cuve                    | 180 631 €        | 156 028 €        | 151 168 €        | 120 507 €        | 78 393 €         | 137 345 €        | 154 998,5 €                                                     | 34 147,8 €                                                                  |                                                                              | 189 146 €                        |
| Vente raisin de table                    | - €              | - €              | - €              | - €              | - €              | - €              | - €                                                             |                                                                             | 26 568,0 €                                                                   | 26 568 €                         |
| dont vin récolte 2017                    | - €              | - €              | - €              | 4 098 €          | - €              | 820 €            | 1 366 €                                                         |                                                                             |                                                                              | 1 366 €                          |
| dont vin récolte 2018                    | - €              | - €              | - €              | 17 479 €         | 638 €            | 3 623 €          | 5 826 €                                                         |                                                                             |                                                                              | 5 826 €                          |
| dont vin récolte 2019                    | - €              | - €              | - €              | 12 662 €         | 2 745 €          | 3 081 €          | 4 221 €                                                         |                                                                             |                                                                              | 4 221 €                          |
| dont vin récolte 2020                    | - €              | - €              | - €              | - €              | 1 038 €          | 208 €            | - €                                                             |                                                                             |                                                                              | - €                              |
| dont vin récolte 2021                    | - €              | - €              | - €              | 9 679 €          | 3 416 €          | 2 619 €          | 3 226 €                                                         |                                                                             |                                                                              | 3 226 €                          |
| dont vin récolte 2022                    | - €              | - €              | - €              | 39 667 €         | 5 731 €          | 9 080 €          | 13 222 €                                                        |                                                                             |                                                                              | 13 222 €                         |
| dont vin récolte 2023                    | - €              | - €              | - €              | 36 923 €         | 43 052 €         | 15 995 €         | 12 308 €                                                        |                                                                             |                                                                              | 12 308 €                         |
| dont vin récolte 2024                    | - €              | - €              | - €              | - €              | 21 772 €         | 4 354 €          | - €                                                             |                                                                             |                                                                              | - €                              |
| Variations d'inventaire                  | - 39 831 €       | - 9 607 €        | - 708 €          | - 5 589 €        | 15 889 €         | - 7 969 €        | - 5 301 €                                                       |                                                                             |                                                                              | - 5 301 €                        |
| Production immobilisée                   | - €              | - €              | - €              | - €              | - €              | - €              | - €                                                             |                                                                             |                                                                              | - €                              |
| Production autoconsommée                 | - €              | - €              | - €              | - €              | - €              | - €              | - €                                                             |                                                                             |                                                                              | - €                              |
| Subventions d'exploitation (prorata SAU) | 12 528 €         | 11 879 €         | 6 626 €          | 71 016 €         | 35 662 €         | 27 542 €         | 29 840 €                                                        | 3 015 €                                                                     | 411 €                                                                        | 33 266 €                         |
| dont indemnités d'assurance              | - €              | - €              | - €              | 27 357 €         | 13 315 €         | 8 134 €          | 9 119 €                                                         |                                                                             |                                                                              | 9 119 €                          |
| dont subventions structures / PAC        | - €              | - €              | - €              | 20 665 €         | 21 808 €         | 8 495 €          | 6 888 €                                                         |                                                                             |                                                                              | 6 888 €                          |
| dont autres subventions                  | - €              | - €              | - €              | 22 994 €         | 539 €            | 4 707 €          | 7 665 €                                                         |                                                                             |                                                                              | 7 665 €                          |
| Reprises sur amortis. et provisions      | - €              | - €              | - €              | - €              | - €              | - €              | - €                                                             |                                                                             |                                                                              | - €                              |
| Transferts de charges d'exploitation     | 1 125 €          | 797 €            | 10 796 €         | 2 297 €          | 331 €            | 3 069 €          | 4 630 €                                                         |                                                                             |                                                                              | 4 630 €                          |
| Autres produits d'exploitation           | - €              | 914 €            | - €              | 11 €             | 11 €             | 187 €            | 308 €                                                           |                                                                             |                                                                              | 308 €                            |
| <b>TOTAL PRODUITS<br/>D'EXPLOITATION</b> | <b>154 453 €</b> | <b>160 010 €</b> | <b>167 882 €</b> | <b>188 242 €</b> | <b>130 275 €</b> | <b>160 172 €</b> | <b>184 475,8 €</b>                                              | <b>37 162,7 €</b>                                                           | <b>26 979,1 €</b>                                                            | <b>248 618 €</b>                 |

Figure 23 : Synthèse des produits d'exploitation (chiffre d'affaires total)

Le chiffre d'affaires est composé en majorité de la vente de raisin de cuve (89%) qui comprennent également les variations d'inventaires en tendance de la cave, dont les subventions d'exploitation associées.

La contribution du projet agrivoltaïque au total représente :

- 89% pour le raisin de cuve (dont 14,9% pour la seule zone agrivoltaïque)
- 11% pour le raisin de table qui bénéficie d'une meilleure valorisation

Le total augmente en tendance, avec l'augmentation des surfaces, mais devra intégrer des hausses de charge.



| CHARGES D'EXPLOITATION             |                  |                   |                  |                  |                  |                  |                    |                                                                             |                                                                              |                                  |
|------------------------------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
|                                    | 2021             | 2022              | 2023             | 2024             | 2025             | MOYENNE          | Vignes hors projet | Focus projet agriPV<br>(RAISIN DE CUVE) -<br>pondéré à 88% de la<br>surface | Focus projet agriPV<br>(RAISIN DE TABLE) -<br>pondéré à 12% de la<br>surface | TOTAL ANNEE<br>202X et suivantes |
| Achats d'approvisionnements        | 25 024 €         | 29 240 €          | 10 656 €         | 27 091 €         | 20 861 €         | 22 329 €         | 21 160 €           | 3 366 €                                                                     | 8 435 €                                                                      | 32 961 €                         |
| dont engrais et amendements        | - €              | - €               | - €              | 5 184 €          | 5 293 €          | - €              | - €                | - €                                                                         | - €                                                                          | - €                              |
| dont défense des végétaux          | - €              | - €               | - €              | 16 263 €         | 14 706 €         | - €              | - €                | - €                                                                         | - €                                                                          | - €                              |
| dont carburants et lubrifiants     | - €              | - €               | - €              | 4 229 €          | 2 233 €          | - €              | - €                | - €                                                                         | - €                                                                          | - €                              |
| dont variation de stocks appro.    | - €              | - €               | - €              | 410 €            | 1 404 €          | - €              | - €                | - €                                                                         | - €                                                                          | - €                              |
| Achats d'animaux                   | - €              | - €               | - €              | - €              | - €              | - €              | - €                | - €                                                                         | - €                                                                          | - €                              |
| Autres achats                      | 14 632 €         | 17 287 €          | 19 679 €         | 10 093 €         | 16 297 €         | 15 686 €         | 14 865 €           | 2 365 €                                                                     | 2 306 €                                                                      | 19 535 €                         |
| dont électricité                   | - €              | - €               | - €              | 1 525 €          | 2 154 €          | - €              | - €                | - €                                                                         | - €                                                                          | - €                              |
| dont travaux productions végétales | - €              | - €               | - €              | 2 294 €          | 9 223 €          | - €              | - €                | - €                                                                         | - €                                                                          | - €                              |
| Services extérieurs                | 36 376 €         | 43 216 €          | 42 052 €         | 53 012 €         | 39 411 €         | 46 093 €         | 40 829 €           | 6 948 €                                                                     | 839 €                                                                        | 48 616 €                         |
| dont fermages                      | - €              | - €               | - €              | 19 818 €         | 9 900 €          | - €              | - €                | - €                                                                         | - €                                                                          | - €                              |
| dont assurances (récoltes/multi)   | - €              | - €               | - €              | 16 731 €         | 12 452 €         | - €              | - €                | - €                                                                         | - €                                                                          | - €                              |
| dont honoraires et frais actes     | - €              | - €               | - €              | 1 699 €          | 6 988 €          | - €              | - €                | - €                                                                         | - €                                                                          | - €                              |
| Impôts, taxes et vers. assimilés   | 1 771 €          | 2 566 €           | 1 847 €          | 2 105 €          | 2 495 €          | 2 173 €          | 2 059 €            | 328 €                                                                       | 42 €                                                                         | 2 429 €                          |
| Charges de personnel               | 58 114 €         | 90 569 €          | 77 525 €         | 61 893 €         | 54 896 €         | 65 844 €         | 48 288 €           | 9 925 €                                                                     | 9 993 €                                                                      | 68 206 €                         |
| dont rémunération gérant           | 20 000 €         | 24 000 €          | 19 200 €         | 18 000 €         | 18 000 €         | 19 840 €         | 19 000 €           | 408 €                                                                       | 391 €                                                                        | 19 798 €                         |
| dont salaires temporaires          | 38 114 €         | 66 569 €          | 58 325 €         | 26 848 €         | 29 288 €         | 43 829 €         | 29 288 €           | 6 607 €                                                                     | 602 €                                                                        | 36 497 €                         |
| Autres charges de gestion courante | - €              | 119 €             | 262 €            | - €              | - €              | 127 €            | 120 €              | 19 €                                                                        | 2 €                                                                          | 142 €                            |
| Dotations aux amortissements       | 25 638 €         | 28 722 €          | 31 771 €         | 32 853 €         | 32 650 €         | 31 115 €         | 29 486 €           | 4 690 €                                                                     | 606 €                                                                        | 34 783 €                         |
| <b>TOTAL DES CHARGES</b>           | <b>161 555 €</b> | <b>211 720 €</b>  | <b>183 791 €</b> | <b>187 047 €</b> | <b>166 609 €</b> | <b>194 186 €</b> | <b>156 807 €</b>   | <b>29 272 €</b>                                                             | <b>22 223 €</b>                                                              | <b>208 302 €</b>                 |
| <b>Charges financières</b>         | <b>976 €</b>     | <b>1 284 €</b>    | <b>2 280 €</b>   | <b>5 218 €</b>   | <b>9 126 €</b>   | <b>3 777 €</b>   | <b>3 022 €</b>     | <b>755 €</b>                                                                | <b>- €</b>                                                                   | <b>3 777 €</b>                   |
| <b>VALEUR AJOUTEE</b>              | <b>64 768 €</b>  | <b>56 678 €</b>   | <b>78 073 €</b>  | <b>24 722 €</b>  | <b>17 713 €</b>  | <b>48 391 €</b>  | <b>27 668,6 €</b>  | <b>7 890,8 €</b>                                                            | <b>4 755,8 €</b>                                                             | <b>40 315,2 €</b>                |
| <b>EBE</b>                         | <b>17 411 €</b>  | <b>- 24 578 €</b> | <b>5 327 €</b>   | <b>31 740 €</b>  | <b>- 4 016 €</b> | <b>5 177 €</b>   | <b>8 668,6 €</b>   | <b>7 482,9 €</b>                                                            | <b>4 365,3 €</b>                                                             | <b>20 516,8 €</b>                |

Figure 24 : Synthèse des charges d'exploitation en tendance (2020-2025), puis avec la projection des 3 ateliers et présentation des soldes intermédiaires de gestion à horizon de stabilisation de la production

Les charges augmentent en tendance et sont pondérées sur les ateliers (on observe des charges de l'ordre de 2€/kg de production pour la partie raisin de table), un ralentissement des dotations aux amortissements est observé ce qui traduit une diminution des investissements.

Les impôts et charges financières sont reconduites. La valeur ajoutée augmente en tendance, notamment grâce à l'atelier raisin de table et l'augmentation tendancielle des surfaces de raisin de cuve.

L'EBE est globalement amélioré avec l'atelier raisin de table qui bénéficie d'un bon mode de valorisation.



| ETUDE DU REVENU DURABLE                                                                                    |                 |                |                 |                 |                 |                 |                    |                                                                             |                                                                              |                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
|                                                                                                            | 2021            | 2022           | 2023            | 2024            | 2025            | MOYENNE         | Vignes hors projet | Focus projet agriPV<br>(RAISIN DE CUVE) -<br>pondéré à 88% de la<br>surface | Focus projet agriPV<br>(RAISIN DE TABLE) -<br>pondéré à 12% de la<br>surface | TOTAL ANNEE<br>202X et suivantes |
| définition                                                                                                 |                 |                |                 |                 |                 |                 |                    |                                                                             |                                                                              |                                  |
| EXCEDENT BRUT EXPLOITATION<br>COMPTABLE (EBE)                                                              | 17 411 €        | - 24 578 €     | 5 327 €         | 31 740 €        | - 4 016 €       | 5 177 €         | 8 668,6 €          | 7 482,9 €                                                                   | 4 365,3 €                                                                    | 20 516,8 €                       |
| moins prestations de Service<br>plus la rémunération du travail et<br>cotisations sociales de l'exploitant | - €             | - €            | - €             | - €             | - €             | - €             | - €                | - €                                                                         | - €                                                                          | - €                              |
|                                                                                                            | 20 000 €        | 24 000 €       | 19 200 €        | 18 000 €        | 18 000 €        | 19 840 €        | 19 000 €           | 408 €                                                                       | 391 €                                                                        | 19 798 €                         |
| <b>REVENU DURABLE art. R. 314-<br/>117 du code de l'énergie</b>                                            | <b>37 411 €</b> | <b>- 578 €</b> | <b>24 527 €</b> | <b>49 740 €</b> | <b>13 984 €</b> | <b>24 563 €</b> | <b>27 668,6 €</b>  | <b>7 890,8 €</b>                                                            | <b>4 755,8 €</b>                                                             | <b>40 315 €</b>                  |
| <b>REVENU MOYENNE OLYMPIQUE</b>                                                                            | <b>37 411 €</b> | <b>-</b>       | <b>24 527 €</b> | <b>-</b>        | <b>13 984 €</b> | <b>25 307 €</b> |                    |                                                                             |                                                                              | <b>40 315 €</b>                  |

Figure 25 : Calcul du revenu durable par rapport à la moyenne olympique (exclus l'année 2021 et 2025)

Le revenu durable en moyenne olympique est calculé par rapport aux 5 dernières années (hors année haute et année basse) et permet d'identifier un revenu sur moyenne olympique à 25 307€ (pour les années 2021-2023-2025).

Le revenu durable calculé au sens de l'article R. 314-117 du code de l'énergie permet d'attribuer un total de 40 315€ (+59,3%) soit une augmentation nette de celui-ci dont la contribution est apportée à hauteur de :

- 88,2% par l'atelier raisin de cuve
- 11,7% par l'atelier raisin de table

Celui-ci est donc essentiellement apporté par l'atelier de cuve, en surface, même si la contribution de l'atelier raisin de table est 2 fois plus productive à l'hectare.

Il est à noter que les rendements sont actuellement historiquement bas, les charges en constante hausse et les marges de réduction des coûts de main d'œuvre sont faibles.

La sécurisation d'un volume de production des aléas climatiques couplé à une valorisation d'un raisin de table possédant une forte attractivité sur les marchés et doté d'un bon mode de valorisation permettra d'assurer un revenu durable, notamment grâce au tamponnement des effets climatiques par la structure agrivoltaïque.



## 5 ANALYSE HISTORIQUE DE LA PRODUCTION VITICOLE LOCALE ET DE L'EXPLOITATION

L'analyse de la dynamique agricole locale et de l'EARL HENRIC LACLARE permet d'exprimer en tendance ce qui s'observe sur le territoire.

Une étude auprès de différents acteurs de proximité a permis de mieux comprendre les dégradations de rendements historiques de ces dernières années.

### 5.1 Dynamiques départementales

#### 5.1.1 À l'échelle des Pyrénées-Orientales

La Chambre d'Agriculture des Pyrénées-Orientales assure le suivi des différentes filières agricoles sur son département. Elle dispose au travers de ses notes de conjuncture de différentes données témoignant de l'évolution du secteur viticole.

La viticulture départementale repose sur environ 19 000 ha de vignes, installées dans un contexte pédoclimatique déjà difficile et dont seulement 5 % disposent d'un accès à l'irrigation. Ce vignoble, historiquement résilient, traverse depuis 2022 une séquence climatique exceptionnelle par sa durée et son intensité. Les campagnes témoignent d'une accumulation de sécheresse, de chaleur extrême et d'accidents climatiques, débouchant sur des rendements historiquement bas et une fragilisation structurelle de la filière.

- *Suivi des rendements par année*

L'année 2023 constitue un tournant critique : **34 jours de pluie seulement depuis janvier avec 243 mm sur l'année**, entre octobre 2022 et mai 2023, il ne tombe que 167 mm (vs. 485 mm pour une année normale) ; un déficit hydrique extrême depuis 2022 ; **températures moyennes annuelles en hausse** ; épisodes de **grêle** le 23 avril et le 6 juin ; **forts coups de chaleur dépassant 40 °C** ; **restrictions d'irrigation** ; **phénomènes d'échaudage accentués** ; un vignoble parfois bloqué dans sa croissance (rameaux courts, faibles surfaces foliaires).

**La récolte 2023 atteint un niveau historiquement faible.** Les vignes sont très affaiblies, parfois en situation de mortalité sur sols maigres, les rendements oscillants seulement entre 26 et 31 hl/ha.

La campagne 2023 est donc l'une des premières à traduire l'entrée dans une crise agronomique sévère, marquée par des sécheresses cumulées sur plus de 18 mois.

L'année 2024 prolonge et aggrave cette trajectoire : **pluviométrie toujours très faible** : 275 mm de janvier à septembre ; **sécheresse persistante depuis avril 2022** ; **températures en hausse continue** ; **grêle localisée** (Fenouillèdes, 16-17 mai) ; **nouveaux épisodes de fortes chaleurs en juillet-août** ; **blocages physiologiques récurrents** (coulure, dessèchements précoces, dégénérescences de feuilles).

**La récolte 2024 atteint un niveau sans précédent : 326 000 hl, soit 18,5 hl/ha**, pour 17 773 ha de surface ; 2024 devient la plus petite récolte jamais observée, battant le record négatif de 2023. **10 % des surfaces ne revendiquent aucune récolte.**

Les 5 dernières récoltes deviennent ainsi les 5 plus faibles de la décennie, confirmant l'installation durable d'une crise structurelle.

Sur le plan économique et commercial : la commercialisation chute de 10 %, les prix stagnent ou reculent selon les couleurs (baisse 7-8 % sur les rouges AOP/IGP), seules les productions blanches progressent légèrement (+3 à +8 %), le vignoble connaît des campagnes d'arrachage dans certaines appellations, avec un marché foncier très peu dynamique (rotation à 2,05 % seulement).

**L'année 2025 est marquée par une pluviométrie plus élevée (534 mm) grâce à un automne-hiver humide.**

Toutefois les mois de juin et août sont exceptionnellement chauds, +4 °C au-dessus des normales, le débourrement est légèrement précoce, la floraison tardive sur certains cépages entraîne de la coulure, l'espace foliaire est plus développé qu'en 2024, mais les coups de chaud provoquent échaudage et brûlures.

Les contrôles de maturité montrent : des degrés en forte hausse, une baisse de l'acidité, des baies petites et flétries, une maturité accélérée, hétérogène, nécessitant des ajustements techniques pour la récolte.

**L'année 2025 se déroule dans un contexte d'arrachages massifs : près de 10 000 ha supprimés en 2025, révélateurs de l'impasse économique dans laquelle se trouve une partie du vignoble.**

La fin 2025 apporte néanmoins un signal positif avec des **précipitations exceptionnelles en décembre**, des épisodes classés en vigilance orange « Pluie-Inondation » et « Crues », **un cumul mensuel équivalant à l'entièreté des pluies tombées en 2023**, un rattrapage hydrique parfois immédiat par rapport à la normale annuelle. Si cette tendance se confirme, elle pourrait marquer la fin de la séquence de sécheresse extrême entamée en 2022.

- *Projets d'adaptation au changement climatique*

Pour une grande partie du monde agricole, il est difficile d'imaginer ou de concevoir des solutions techniques et économiquement acceptables sans eau dans ce contexte de changement climatique.

Il est remarqué que la filière viticole est engagée sur le sujet du changement climatique depuis de nombreuses années : **projets LACCAVE (INRAE), stratégie nationale de la filière viticole (2021), démonstrateurs VITILIENCE (biochar, hydrologie régénérative), SDEBA et Vinopole Roussillon ; inventaire des leviers d'adaptation (matériel végétal, pratiques culturelles, stratégies d'exploitation, diversification).**

Les échanges réalisés par la Chambre ont permis de mettre en avant des freins à l'adaptation :

**Freins réglementaires :** l'introduction de nouveaux cépages mieux adaptés à la sécheresse ou aux maladies dans les cahiers des charges des AOP ;

**Freins économiques :** des dispositifs d'accompagnement pas toujours adaptés pour accompagner les pratiques nouvelles : les pionniers supportent seuls les coûts et les risques des expérimentations (matériel végétal, conduite, densité, irrigation raisonnée, biochar...). Le retour sur investissement est incertain à court terme ;

**Freins techniques et organisationnels :** besoin d'accompagnement pour la mise en œuvre d'aménagements de parcelles (hydrologie régénérative, ombrage...), de suivi agronomique et de coordination multi-acteurs (ODG, INAO, Vinopole, ASA, SDEBA) ;

*Consensus fort sur un problème de répliquabilité des leviers d'adaptation imaginés au niveau national ou régional et parfois testés par des agriculteurs pionniers ou en station expérimentale.*

**Freins informationnels** : la spécificité agro climatique des Pyrénées-Orientales est insuffisamment connue hors du territoire ; les connaissances et retours d'expérience existants ne sont pas assez mutualisés ni diffusés à grande échelle.

### 5.1.2 À l'échelle des départements du bassin Languedoc-Roussillon

Le graphique (Figure 26) montre une forte domination de l'Hérault dans la production viticole du bassin Languedoc-Roussillon, avec des volumes nettement supérieurs aux autres départements tout au long de la période 2009-2025.

L'Aude et le Gard présentent des niveaux intermédiaires, marqués par des fluctuations interannuelles et une baisse sensible autour de 2017 et 2021.

Les Pyrénées-Orientales se distinguent par une production viticole nettement inférieure aux autres départements du bassin, restant inférieure à 1 million d'hectolitres sur l'ensemble de la période. Le graphique met en évidence une tendance globale à la baisse, malgré quelques fluctuations ponctuelles en début de période. Depuis 2018, le recul est plus marqué, traduisant une fragilisation progressive du vignoble et une diminution structurelle des volumes produits.

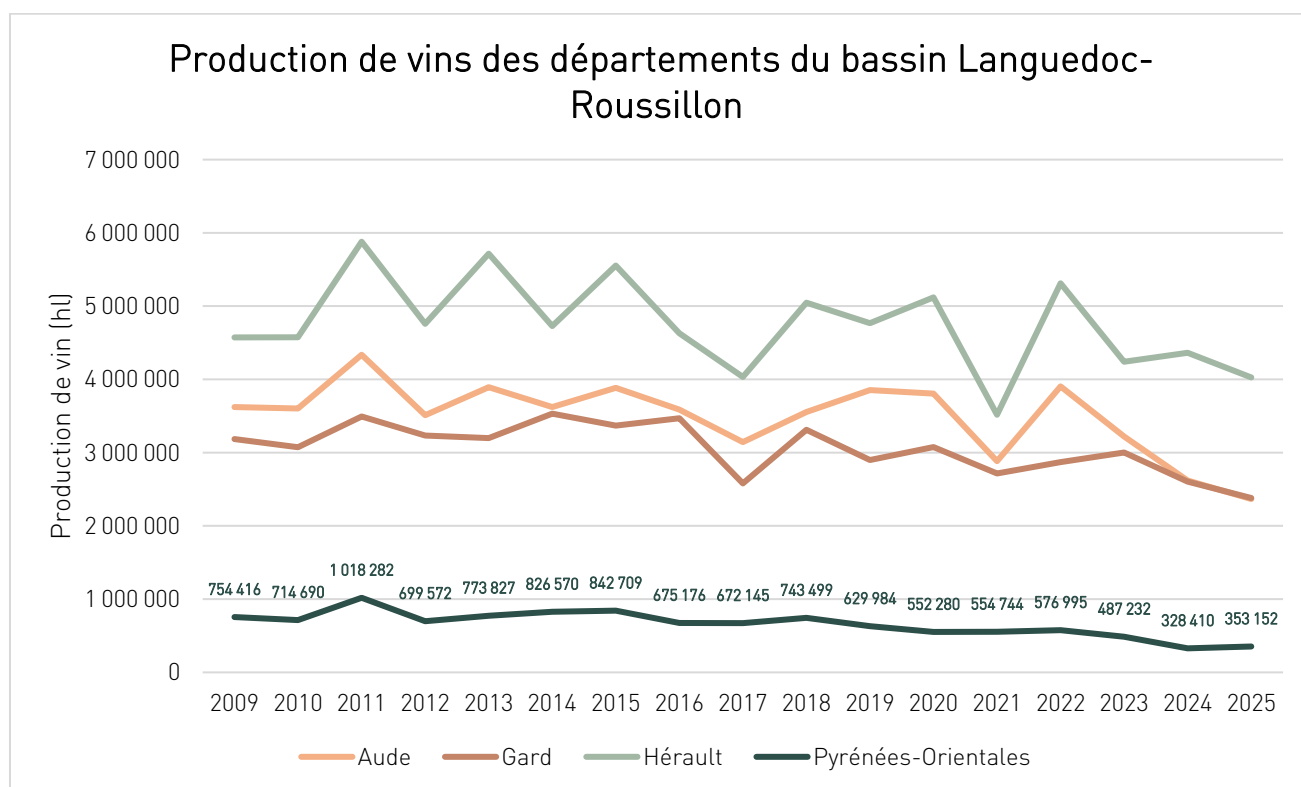


Figure 26 : Production de vins des départements du bassin Languedoc-Roussillon (Source : estimations 2025 - Draaf Occitanie (SRISET/SRFAM))

Cette tendance observée au niveau du département est similaire à la dynamique observée au sein de l'EARL.

## 5.2 Dynamiques locales

### 5.2.1 La cave coopérative Laure de Nyls

- *Présentation de la cave*

La cave coopérative Laure de Nyls à Pollestres ayant été victime de gros dégâts (près de 600 m<sup>2</sup> de toiture se sont envolés sous la force du vent), lors du passage de la tempête Nils le jeudi 12 février 2026, nous n'avons pas pu discuter avec l'un de ses représentant pour mieux comprendre les dynamiques locales.

*Figure 27 : Toiture de la cave après la tempête [Source : ©Thibaut Calatayud / Actu Perpignan]*



Néanmoins, différentes informations sont récupérables en ligne.

La Cave coopérative de vinification de Pollestres voit le jour en novembre 1931. En 1932, la première vendange rentre à la cave. Par la suite, différents agrandissements ont lieu. **En 2018, la cave s'appelle désormais Laure de Nyls et regroupe près de 220 vignerons.** Sa surface viticole comprend 1350 hectares. Différents cépages sont cultivés (carignan, grenache noir, gris et blanc, macabeu, syrah, mourvèdre, muscat d'Alexandrie, muscat petits grains) sur sols limoneux, argileux, terrasses du pliocène et de galets roulés. Son siège social est établi avenue de la Canterrane à Pollestres (66450), avec des sites de collecte à Bages, Trouillas et Le Boulou (suite à la fusion avec Les Vignerons du Vallespir).

Sa circonscription territoriale couvre un vaste périmètre du département des Pyrénées-Orientales incluant notamment Trouillas, Pollestres, Bages, Thuir, Perpignan, Elne, Céret, Le Boulou, Argelès-sur-Mer, et de nombreuses autres communes.

Suite à la fusion, la circonscription sera étendue à l'ensemble du département des Pyrénées-Orientales [66].

Certains adhérents se sont orientés vers la viticulture biologique et produisent des vins certifiés AB, dans une démarche globale de développement durable (bouteille allégée, bouchon en liège biologique, étiquette et carton provenant de papier recyclé).

Une grande partie des producteurs sont certifiés Haute Valeur Environnementale niveau 3 et certains se sont orientés vers la viticulture biologique et produisent des vins certifiés AB, dans une démarche globale de développement durable.

- *Focus sur l'analyse des performances financières*

Concernant le chiffre d'affaires, les données sur Pappers nous renseignent sur une diminution importante de ce dernier depuis 2016.

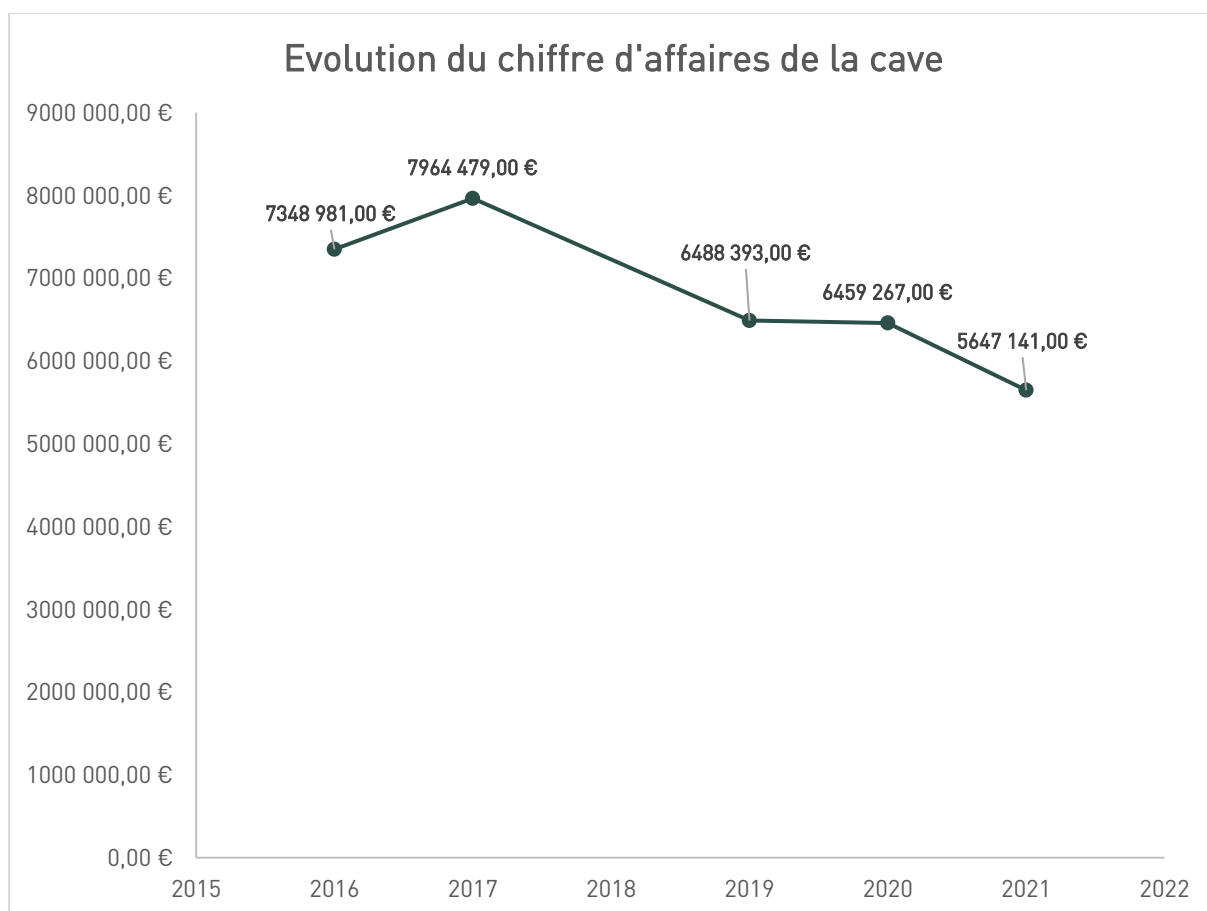


Figure 28 : Evolution du chiffre d'affaires de la cave (Source : Pappers)

Par ailleurs, l'analyse des performances financières met en évidence **une activité sous tension**, caractérisée par **une rentabilité très faible** et une **structure financière fragilisée**, malgré quelques **signaux d'amélioration récents**.

En 2021, l'entreprise affiche un chiffre d'affaires de 5,65 M€, en recul de 23 % depuis 2016.

Le résultat net est à l'équilibre, confirmant **une création de valeur très faible**.

Entre 2022 le résultat net présente une perte marquée (-233 k€), suivie d'un retour à l'équilibre en 2023 (7 €) et d'un léger bénéfice en 2024 (1,39 k€). **Cette évolution souligne une fragilité persistante, sans redressement durable de la rentabilité.**

Sur le plan de la structure financière, **l'entreprise reste fortement endettée**, avec des dettes financières de 8,25 M€ en 2024 et **un ratio d'endettement encore élevé** (2,7), malgré une amélioration progressive depuis 2022. L'autonomie financière progresse toutefois légèrement (22,3 % en 2024).

Enfin, la structure d'exploitation montre une charge de personnel significative (15 % du CA pour 12 salariés en 2021).

| Performance                         | 2024  | 2023  | 2022  | 2021  |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Chiffre d'affaires (€)              |       |       |       | 5,65M |
| Marge brute (€)                     |       |       |       | 1,83M |
| EBITDA - EBE (€)                    |       |       |       | 452K  |
| Résultat d'exploitation (€)         |       |       |       | 13,3K |
| Résultat net (€)                    | 1,39K | 7     | -233K | 627   |
| Croissance                          | 2024  | 2023  | 2022  | 2021  |
| Taux de croissance du CA (%)        |       |       |       | -12,6 |
| Taux de marge brute (%)             |       |       |       | 32,4  |
| Taux de marge d'EBITDA (%)          |       |       |       | 8     |
| Taux de marge opérationnelle (%)    |       |       |       | 0,2   |
| Gestion BFR                         | 2024  | 2023  | 2022  | 2021  |
| BFR (€)                             | 8,67M | 9,72M | 11,3M | 9,56M |
| BFR exploitation (€)                | 6,34M | 6,36M | 6,96M | 6,21M |
| BFR hors exploitation (€)           | 2,34M | 3,36M | 4,39M | 3,35M |
| BFR (j de CA)                       |       |       |       | 618   |
| BFR exploitation (j de CA)          |       |       |       | 402   |
| BFR hors exploitation (j de CA)     |       |       |       | 217   |
| Délai de paiement clients (j)       |       |       |       | 76,7  |
| Délai de paiement fournisseurs (j)  |       |       |       | 27,8  |
| Ratio des stocks / CA (j)           |       |       |       | 345   |
| Autonomie financière                | 2024  | 2023  | 2022  | 2021  |
| Capacité d'autofinancement (€)      |       |       |       | 444K  |
| Capacité d'autofinancement / CA (%) |       |       |       | 7,9   |
| Fonds de roulement net global (€)   | 8,71M | 10M   | 11,4M | 9,74M |
| Couverture du BFR                   | 1     | 1     | 1     | 1     |
| Trésorerie (€)                      | 38,8K | 303K  | 24,7K | 183K  |
| Dettes financières (€)              | 8,25M | 9,79M | 11,2M | 9,6M  |
| Capacité de remboursement           |       |       |       | 21,2  |
| Ratio d'endettement (Gearing)       | 2,7   | 3,2   | 3,8   | 3     |
| Autonomie financière (%)            | 22,3  | 20    | 18    | 21    |
| Taux de levier (DFN/EBITDA)         |       |       |       | 20,8  |
| Solvabilité                         | 2024  | 2023  | 2022  | 2021  |
| Couverture des dettes               | 1,2   | 1     | 0,9   | 1     |
| Fonds propres (€)                   | 3,01M | 2,97M | 2,93M | 3,11M |
| Rentabilité                         | 2024  | 2023  | 2022  | 2021  |
| Marge nette (%)                     |       |       |       | 0     |
| Rentabilité sur fonds propres (%)   |       |       |       | 0     |
| Rentabilité économique (%)          |       |       |       | 0     |
| Valeur ajoutée (€)                  |       |       |       | 1,21M |
| Valeur ajoutée / CA (%)             |       |       |       | 21,4  |
| Structure d'activité                | 2024  | 2023  | 2022  | 2021  |
| Effectif                            |       |       |       | 12    |
| Salaires et charges sociales (€)    |       |       |       | 846K  |
| Salaires / CA (%)                   |       |       |       | 15    |
| Impôts et taxes (€)                 |       |       |       | 51,5K |
| Chiffre d'affaires à l'export (€)   |       |       |       | 34,8K |

Tableau 8 : Principaux indicateurs financiers de la cave (2021-2024) (Source : Pappers)

- *Evolution des rendements*

Le seul chiffre de production globale cité dans les actes concerne **les vendanges 2025 : 23 500 Hl tous produits confondus** (prévision annoncée par la directrice Aurore Clottes lors du CA du 25 septembre 2025). Il est explicitement noté que la qualité est présente et conforme aux demandes des acheteurs,

mais que les quantités ne permettront pas de servir la totalité des commandes. Dans le contexte du Roussillon, cette situation est cohérente avec les effets observés du changement climatique sur la viticulture méditerranéenne : stress hydrique accru, avancement des stades phénologiques, réduction des rendements sur les cépages traditionnels, en particulier le Grenache noir et le Carignan.

- *Difficultés observées*

Plusieurs difficultés majeures sont explicitement mentionnées dans les procès-verbaux : **perte du marché Lidl ; baisse d'un tiers des paiements aux coopérateurs** (décembre 2024) ; **insuffisance quantitative chronique** (vendanges 2025) ; **résultat déficitaire des Vignerons du Vallespir**.

- *Projets d'adaptation et stratégies de développement*

Le projet structurant majeur est la fusion du patrimoine des Vignerons du Vallespir (Le Boulou) au profit de Laure de Nyls, formalisée par deux projets de fusion successifs (30 janvier 2025 et 30 avril 2025). Cette opération vise à renforcer la compétitivité par mutualisation des moyens, moderniser les installations de vinification, améliorer la rentabilité des exploitations viticoles des associés coopérateurs et étendre la circonscription territoriale à l'ensemble du département. La fusion prend effet rétroactivement au 1er août 2024.

Le conseil d'adaptation (CA) du 23 juin 2022 mentionne la volonté d'impulser un suivi parcellaire renforcé, avec un objectif de classement des parcelles orienté vers la vinification optimisée. Les vins rouges font l'objet d'une surveillance particulière. La démarche HVE (Haute Valeur Environnementale) est également citée comme axe de travail.

Le CA du 25 septembre 2025 fait état d'une démarche de rapprochement commercial avec la cave Dom Brial visant à grouper les achats de matières sèches et à constituer une union commerciale étendue sur la grande distribution locale.

Plusieurs initiatives de valorisation sont mentionnées : **élaboration d'un nouveau millésime de « Novo »** (2025), **participation à la Fête de l'Agriculture au Palais des Expositions de Perpignan** et réflexion sur la création d'une marque ombrelle pour les assemblages des caves adhérentes dans le cadre du réseau VICA / Vignerons Catalans (juin 2022).

Ces éléments confirment que la coopérative Laure de Nyls s'inscrit dans les dynamiques générales du vignoble roussillonnais : **restructuration coopérative par fusion, transition environnementale (HVE), recherche de nouveaux débouchés commerciaux et adaptation à un contexte de production en contraction sous l'effet conjugué du recul démographique viticole et des contraintes climatiques méditerranéennes.**

## 5.2.2 Le Conseil Interprofessionnel des Vins du Roussillon

Le Conseil Interprofessionnel des Vins du Roussillon (CIVR) est engagé dans le développement des Vins du Roussillon au travers de trois grands types de mission : **une mission de pilotage économique, une mission de promotion collective, une mission de recherche et d'expérimentation** (« Le CIVR », s. d.).

M. ARACIL est Directeur Adjoint du CIVR et a partagé les éléments suivants lors d'un entretien téléphonique.

Le Roussillon constitue l'un des plus anciens bassins viticoles de France. L'implantation de la vigne remonte à l'Antiquité, avec l'arrivée des colons grecs qui ont introduit la culture de la vigne et structuré le paysage agricole par la création de **réseaux hydrauliques (canaux primaires, secondaires et tertiaires)**.

Aujourd'hui, le Roussillon se distingue par une densité remarquable d'appellations d'origine protégée (AOP), témoignant de la diversité des terroirs et de la reconnaissance institutionnelle de la qualité de ses productions.

L'agriculture, et la viticulture en particulier, occupe une place centrale dans l'économie du Roussillon. **M. ARACIL souligne le caractère structurant de cette activité pour le tissu économique local.** Au-delà de la production primaire, la filière viticole génère des emplois dans la transformation (caves coopératives, domaines privés), la commercialisation, l'œnotourisme et les services associés.

Le Roussillon viticole se caractérise par une capacité de résilience éprouvée de longue date.

La dynamique agricole actuelle se structure autour de deux mouvements complémentaires. D'une part, certains exploitants procèdent à l'arrachage de parcelles et d'autres qui sont plutôt dans une optique de replantation et de redynamisation de parcelles.

**M. ARACIL insiste sur la dimension humaine de cette résilience.** Les vignerons les plus dynamiques consentent des investissements considérables, souvent au détriment de leur propre confort de vie, pour moderniser leurs exploitations et adapter leurs pratiques.

**Un élément marquant de la dynamique actuelle réside dans la montée en compétences des viticulteurs.** Certains se distinguent par un niveau de formation technique élevé (*diplômes en viticulture-œnologie, stages à l'international, acquisitions d'expérience dans des domaines reconnus*) et une ouverture aux pratiques innovantes.

**Cette professionnalisation se traduit concrètement dans les pratiques de vinification.** Alors que certaines techniques étaient autrefois mal perçues ou peu utilisées dans la région, l'approche pragmatique a levé ces freins. L'acidification maîtrisée, l'adaptation des profils de vinification aux attentes de marchés spécifiques (export, grande distribution, restauration) sont désormais intégrées au panel des pratiques courantes.

Le Roussillon s'inscrit dans l'agriculture régénératrice. Plusieurs initiatives structurantes témoignent de cette dynamique (non exhaustives) :

Réhabilitation des réseaux hydrauliques antiques : les canaux d'irrigation créés à l'époque grecque, dont les réseaux secondaires et tertiaires avaient été abandonnés, sont aujourd'hui remis en service. Leur vocation a été réorientée : il ne s'agit plus de drainer les parcelles mais de redistribuer l'eau vers les zones cultivées, voire de contribuer à la recharge des nappes phréatiques.

Fossés à redents : ces aménagements hydrauliques, conçus pour ralentir le ruissellement et favoriser l'infiltration de l'eau dans le sol, sont déployés sur les parcelles en pente. Ils contribuent à lutter contre l'érosion tout en améliorant la recharge hydrique des sols.

Biochar : le Roussillon est identifié comme l'une des régions pionnières en France dans l'utilisation du biochar en viticulture. Ce dernier améliore la rétention en eau des sols, stimule l'activité biologique et contribue à la séquestration de carbone.

Réutilisation des eaux usées traitées (REUT) : dans un contexte de raréfaction de la ressource, certains exploitants expérimentent l'irrigation à partir d'eaux usées traitées, conformément au cadre réglementaire en vigueur.

**Le Roussillon fait figure de territoire précurseur en matière d'agrivoltaïsme,** bénéficiant d'un ensoleillement parmi les plus élevés de France métropolitaine. Les premières installations ont permis de documenter des effets agronomiques mesurables sur la vigne :

- Reduction d'environ 1 degré d'alcool potentiel : l'ombrage partiel des panneaux réduit l'accumulation de sucres dans les baies, ce qui constitue un levier d'adaptation au réchauffement climatique dans un contexte où les degrés d'alcool tendent à augmenter d'année en année.
- Maturation plus lente et progressive : la modération de l'exposition solaire permet une maturation phénolique plus aboutie, favorisant la complexité aromatique des vins.
- Maintien d'une acidité : paramètre œnologique déterminant pour l'équilibre et la fraîcheur des vins, particulièrement recherché dans le contexte de réchauffement climatique.

Le contexte climatique récemment observé souligne l'urgence des enjeux d'adaptation. En février 2026, deux épisodes de tramontane exceptionnels ont frappé le Roussillon, avec des rafales mesurées entre 160 et 180 km/h. Ces événements extrêmes ont provoqué le déracinement d'arbres centenaires, déjà fragilisés par plusieurs années consécutives de sécheresse. Ce constat illustre la vulnérabilité du patrimoine végétal face à l'intensification des aléas climatiques.

Ces épisodes venteux ont toutefois eu un effet positif secondaire en contribuant à une recharge modérée des nappes phréatiques, grâce aux précipitations associées.

Les éléments recueillis auprès du CIVR permettent de dresser le portrait d'un territoire agricole aux caractéristiques singulières, que le tableau ci-dessous synthétise.

| Dimension                 | Éléments clés                                                                                         |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Héritage                  | Plus ancien vignoble de France, savoir-faire millénaire, densité remarquable d'AOP                    |
| Dynamique économique      | Agriculture = pilier économique incontournable ; filière résiliente malgré les crises conjoncturelles |
| Renouvellement            | Double mouvement arrachage / replantation ; nouvelle génération formée et innovante                   |
| Innovation technique      | Œnologie moderne, ouverture aux pratiques internationales, montée en compétences                      |
| Agriculture régénératrice | Canaux antiques réhabilités, fosses à redents, biochar, REUT, recréation de biomasse                  |
| Agriculture biologique    | Parmi les plus fortes densités bio de France ; contexte sanitaire naturellement favorable             |
| Agrivoltaïsme             | Territoire précurseur ; effets mesurés : -1 degré alcool, maturation lente, acidité préservée         |
| Vulnérabilité climatique  | Episodes extrêmes (tramontane 160-180 km/h, sécheresse), nécessité d'adaptation                       |

Tableau 9 : Portrait du territoire selon le CIVR

### 5.3 Dynamiques de l'exploitation agricole

Voir partie 4.2 Analyse historique des rendements viticoles.

## 6 CORPUS BIBLIOGRAPHIQUE SUR LA VIGNE

### 6.1 Stades de développement de la vigne, rappels physiologiques

La vigne est une plante pérenne ligneuse. Sous sa forme domestiquée par l'homme, elle est plantée à l'état de bouture racinée ou de plant greffé. Il lui faut alors 3 ans pour rentrer en production, une fois que le sujet est capable aux stimuli de l'induction florale.

Lors de cette phase dite « adulte » ; deux cycles se déroulent alors annuellement : un cycle végétatif (*débourrement, arrêt de croissance, mise en réserve dans le bois et les racines, chute des feuilles ; repos hivernal*) et le cycle reproducteur (*floraison, fécondation ; nouaison, véraison, maturité*) (Reynier, 2016).

Les différents stades phénologiques présentent des sensibilités différentes aux facteurs abiotiques qui seront présentés par la suite.

Le développement végétatif de la vigne se réalise de la manière suivante :

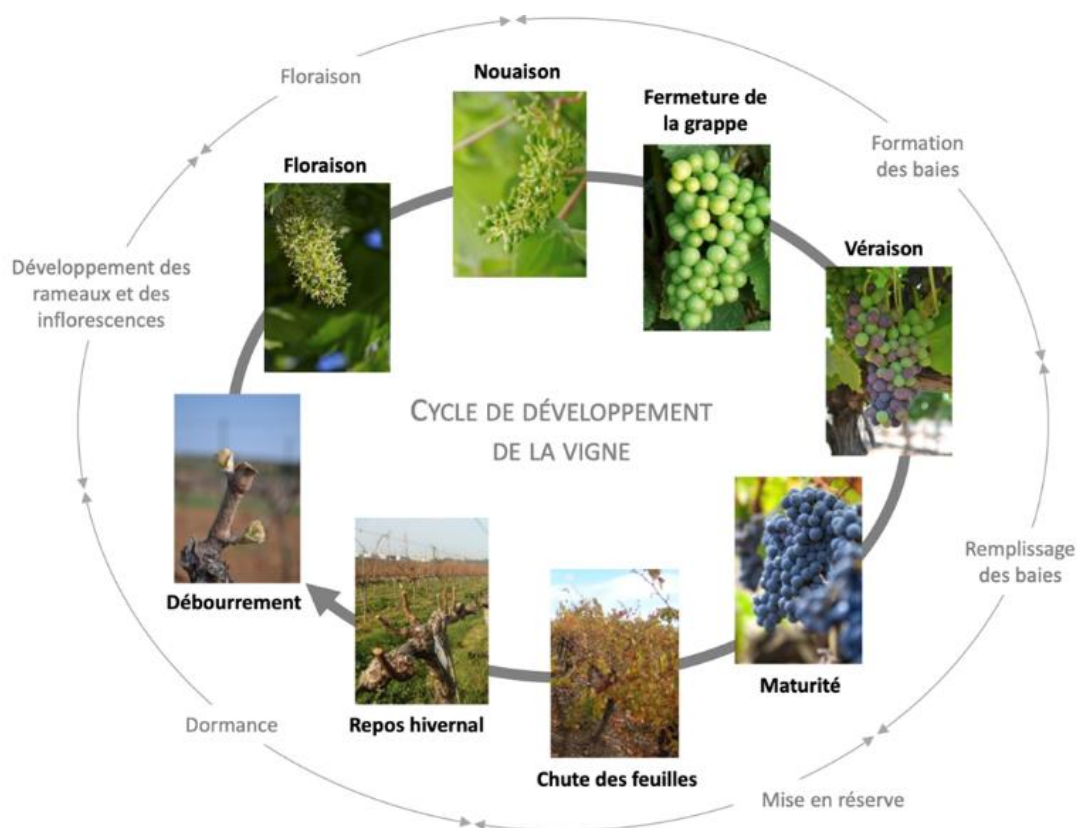


Figure 29 : Cycle de développement de la vigne

Rendement par hectare :

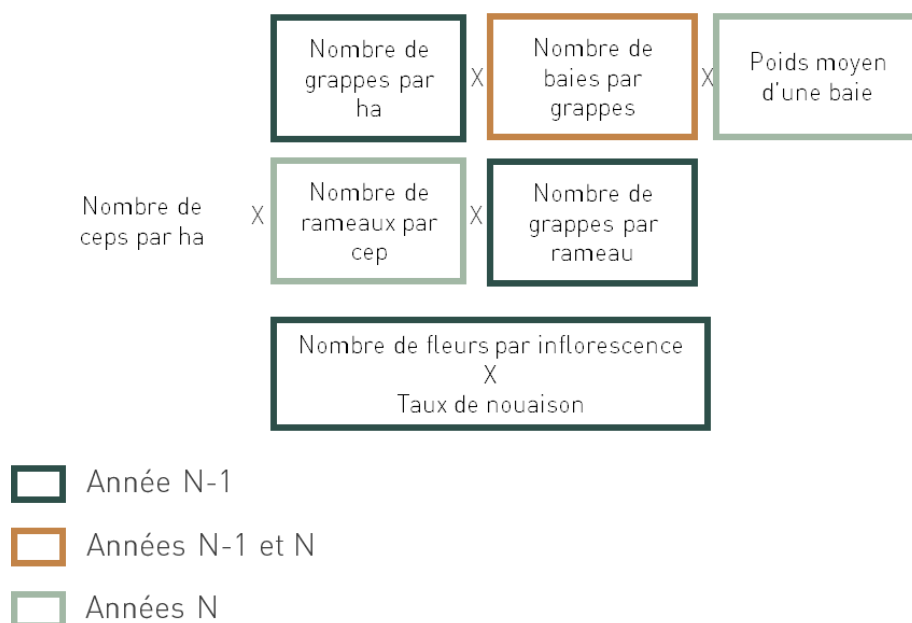


Figure 30 : Composantes du rendement

C'est ainsi que le cycle de la vigne se réalise sur une année, mais la construction du rendement de l'année se construit sur 2 ans. Autrement dit, un évènement en année N peut avoir des conséquences sur le rendement de l'année N+1.

## 6.2 Sensibilité de la vigne aux facteurs abiotiques

Les caractéristiques phénologiques de la vigne sont bien documentées et permettent de caractériser les risques abiotiques par stade phénologique, par exemple trois stades fondamentaux dans la composante du rendement présentent une sensibilité accrue au manque de rayonnement.

Tableau 10 : Sensibilité de la vigne aux stress abiotiques et conséquences par stade phénologique (Keller, 2010; Leeuwen & Darriet, 2016; Morlat & Bodin, 2006; Ojeda et al., 2002; Ollat & Touzard, 2014a; Rienh et al., 2021)

| Stade phénologique | Période       | Composantes de rendement        | Risques abiotiques                 | Conséquences                                                                                                                                       |
|--------------------|---------------|---------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Débourrement       | Mars<br>Avril | Nombre de bourgeons fructifères | Gelées printanières (<0°C)         | Réduction du nombre de bourgeons fructifères, notamment sur les cépages précoces qui débourrent plus rapidement.                                   |
|                    |               |                                 | Vents forts                        | Dégâts mécaniques sur les jeunes pousses qui peut rompre de manière mécanique les bourgeons.                                                       |
|                    |               |                                 | Stress hydrique                    | Retard de la sortie des bourgeons et réduction de la vigueur des pousses. Diminution du nombre de bourgeons fructifères.                           |
|                    |               | Qualité des bourgeons           | Manque de rayonnement              | Réduction de la vigueur des pousses et réduction de la surface foliaire. Développement des bourgeons de l'année suivante affecté.                  |
|                    |               |                                 | Excès de rayonnement               | Croissance rapide des bourgeons avec un risque de dessèchement des jeunes pousses.                                                                 |
|                    |               |                                 | Températures insuffisantes (<15°C) | Coulures, millerandage, baisse du nombre de grappes.                                                                                               |
| Floraison          | Mai<br>Juin   | Fertilité des inflorescences    | Chaleurs excessives (>30°C)        | Stérilité du pollen et diminution de la fécondation, réduisant le nombre d'inflorescence et de baies par grappe.                                   |
|                    |               |                                 | Stress hydrique                    | Réduction de la nouaison et diminution du nombre de baies par grappe. Croissance végétative réduite.                                               |
|                    |               |                                 | Vents forts                        | Perturbe la pollinisation, réduisant ainsi le taux de nouaison                                                                                     |
|                    |               | Taux de nouaison                | Pluies excessives                  | Perturbe mécaniquement la pollinisation, réduisant le taux de nouaison.                                                                            |
|                    |               |                                 | Manque de rayonnement              | Mauvaise fécondation des fleurs, réduction du nombre de baies par grappe.                                                                          |
|                    |               |                                 | Excès de rayonnement               | Problèmes de coulure (chute des fleurs) ou de millerandage (développement irrégulier des baies)                                                    |
|                    |               |                                 | Stress hydrique                    | Réduction de la croissance des baies, moins de sucre accumulé                                                                                      |
| Véraison           | Juillet       | Nombre de grappes               | Chaleurs excessives (>35°C)        | Maturation rapide et incomplète des baies, avec un déséquilibre entre l'acidité et les sucres                                                      |
|                    |               |                                 | Pluies excessives                  | Dilution des baies, une augmentation du volume d'eau et une baisse des concentrations en sucres et en composés phénoliques<br>Risque de pourriture |
|                    |               |                                 | Grêle                              | Dommages directs aux grappes, réduisant à la fois le rendement et la qualité                                                                       |
|                    |               | Taille des baies                | Manque de rayonnement              | Retard de la maturation<br>Moins d'accumulation de composés phénoliques<br>Déséquilibre sucre/acide                                                |
|                    |               | Nombre de baies par grappe      | Excès de rayonnement               | Brûlure des baies (coup de soleil)<br>Déshydratation des baies<br>Accumulation rapide des sucres<br>Réduction des arômes et phénols                |

### 6.3 Activité photosynthétique de la vigne

A l'échelle plus fine de la journée, l'intensité de l'activité photosynthétique de la vigne varie en fonction de de la lumière ; de la température ; de la concentration en CO<sub>2</sub> et de la teneur en eau du sol (Steov & Slavtcheva, 1982).

Ces facteurs agissent de façon combinée et changent selon le stade du développement de la vigne. En particulier, la température optimale et maximale de développement de l'air évolue en fonction des stades phénologiques (Tableau 11). Lorsque la température de l'air dépasse la température de confort, elle peut alors de venir un facteur limitant de la photosynthèse. L'activité photosynthétique présente une évolution journalière avec deux pics séparés par une dépression aux alentours de midi. L'influence de la température est d'autant plus grande que la teneur en eau du sol est basse.

Lorsque la température est optimale pour le développement de la vigne, le régime hydrique devient une contrainte pour la photosynthèse dès que la teneur en eau du sol est en dessous de 40% (Steov & Slavtcheva, 1982). Les seuils permettant de définir les contraintes modérée et forte à très forte peuvent être fixés à 20% et 7% de la réserve utile respectivement (TechniLoire et al., 2025).

De façon plus générale, l'activité photosynthétique est corrélée à au rayonnement tant qu'un facteur limitant (température ou humidité du sol) ne vient pas la contraindre. Il semble que la photosynthèse soit optimale le matin (Katerji & Daudet, 1986; Steov & Slavtcheva, 1982; Zufferey & Murisier, 2009), avec des horaires décalés vers la mi-journée au fur et à mesure de l'année (Steov & Slavtcheva, 1982).

### 6.4 Impacts du changement climatique sur la viticulture du bassin languedocien

L'IFV, au travers de son pôle Languedoc-Roussillon et en collaboration avec le **programme INRAE LACCAGE** (Long term Adaptation to Climate Change in Viticulture and Enology, 2012-2021), a produit un corpus scientifique abondant sur les impacts du changement climatique dans le bassin méditerranéen. Les principaux constats sont les suivants :

**Avancée de la phénologie et décalage de la maturation :** Les données du laboratoire Dubernet (Montredon-Corbières, Aude), compilées par l'IFV, montrent **une évolution nette du titre alcoométrique prévisionnel, de l'acidité et du pH des moûts dans le vignoble du Languedoc entre 1984 et 2013**. Cette tendance traduit **une avancée des stades phénologiques** (débourrement, floraison, véraison, vendanges) et une **maturation en conditions de plus en plus chaudes**. Le raisin atteint les seuils de sucre plus précocement, avec un risque de déséquilibre sucre/acidité et de perte de typicité aromatique (Van Leeuwen & Darriet, 2020), (Ollat & Touzard, 2014b).

**Intensification du stress hydrique :** Le stress hydrique constitue la contrainte majeure pour la viticulture méditerranéenne. Les travaux du programme LACCAGE établissent que **les impacts du déficit hydrique se répercutent sur le développement végétatif, les rendements et les processus de maturation du raisin**. Dans le bassin Languedoc-Roussillon, la combinaison d'une hausse des températures et d'une diminution des précipitations estivales conduit à **une augmentation du déficit hydrique ressenti par les cultures et à une augmentation du rayonnement** (Ollat & Touzard, 2014b) (Despey et al., 2019).

*Les épisodes de sécheresse estivale sévère, comme ceux de 2021, 2023 et 2024, ont directement provoqué des baisses de rendement significatives dans les vignobles de coteaux et les parcelles non irriguées, confirmant les projections des modèles.*

**Augmentation de la fréquence des aléas extrêmes :** L'année 2021 a été marquée par un gel printanier dévastateur touchant 70 % du vignoble languedocien, amputant fortement la production régionale. Les épisodes de grêle, les canicules et les « aigats » (épisodes cévenols) deviennent plus fréquents, confrontant les viticulteurs à un double front : **déficit hydrique prolongé et pics soudains de pression fongique (mildiou, oïdium) lors des retours d'humidité** (*Vin et climat*, s. d.), (*Vignes et vins*, s. d.).

**Scénarios prospectifs à l'horizon 2050-2100 :** Les travaux de prospective du projet LACCARE identifient des scénarios dans lesquels certaines grandes régions viticoles du sud de la France pourraient disparaître, tandis que de nouvelles zones viticoles apparaîtraient plus au nord. Toutefois, ces projections sont tempérées par la capacité d'adaptation de la vigne, la variabilité spatiale du climat local (orientation, pente, exposition) et les stratégies d'adaptation raisonnée. **L'IFV a participé à l'élaboration d'une feuille de route nationale comportant 793 actions opérationnelles de la filière face au changement climatique** (Touzard et al., 2021), (Despey et al., 2019).

## 6.5 Leviers d'adaptation étudiés par l'IFV : matériel végétal, pratiques culturelles et innovations

L'IFV, tant au niveau national qu'à l'échelle du pôle Languedoc-Roussillon, explore un ensemble de leviers d'adaptation dont les principaux sont :

**Évolution du matériel végétal :** L'IFV coordonne l'**Observatoire National du déploiement des variétés résistants (OSCAR)**. Dans le bassin Languedoc-Roussillon, les plantations de variétés résistantes ont atteint 471 ha entre 2018 et 2021 (dont 40 % de Souvignier gris) et les intentions de plantation sur 2022-2025 portent sur 484 ha supplémentaires. L'IFV participe également aux **programmes CEPINNOV (création de variétés résistantes à typicité régionale)** et au **projet de recherche Vitilience**, dédié à l'adaptation et l'atténuation du changement climatique (Comité de pilotage de l'observatoire OSCAR, 2025), (IFV, 2026).

**Irrigation raisonnée :** Face à l'accentuation du stress hydrique, la région Occitanie a accompagné le développement de l'irrigation collective en viticulture. Quinze projets d'irrigation collective ont été programmés pour 4 000 ha équipés, mobilisant 2,7 millions de m<sup>3</sup> et 16,4 millions d'euros d'investissement. L'IFV a travaillé sur l'optimisation de l'irrigation au goutte-à-goutte, ouvrant des perspectives en matière d'économie d'eau, de précision et de fertirrigation (Cambrea et al., 2020), (*Languedoc-Roussillon*, s. d.), (*Pyrénées-Méditerranée*, s. d.).

**Pratiques agroécologiques et gestion des sols :** L'IFV Languedoc-Roussillon explore des **systèmes innovants à base d'enherbement sous le rang, de couverts végétaux et d'engrais verts** pour améliorer la rétention d'eau et la fertilité biologique des sols. Ces travaux s'inscrivent dans les programmes de transition écologique de la filière (*Préserver les sols et leurs fonctions*, s. d.), (« L'entretien du sol en viticulture biologique », 2023).

## 6.6 L'agrivoltaïsme en viticulture

### 6.6.1 Tolérance à l'ombrage de la vigne

Les études scientifiques permettent d'approcher les tolérances à l'ombrage de la culture et **seront présentées (Tableau 11) de manière à proposer des seuils minimums d'irradiance à respecter par stade de développement.**

Les différentes études montrent que la vigne présente une bonne tolérance à un ombrage modéré, généralement compris entre 15 et 30 %, mais que la sensibilité varie fortement selon le stade phénologique.

Aux **stades précoces (débourrement et floraison)** la vigne nécessite un apport lumineux élevé pour soutenir la reprise de croissance, la formation des inflorescences et la viabilité des fleurs.

À partir de **la nouaison et jusqu'à la véraison**, un ombrage modéré (< 25–30 %) est mieux toléré : il permet d'atténuer les stress thermiques tout en préservant l'accumulation de sucres, la croissance des baies et le développement des pigments.

Durant **la maturation**, la vigne reste dépendante d'un niveau lumineux suffisant pour la coloration et la concentration en sucres, mais un ombrage léger protège efficacement des coups de soleil et stabilise la composition aromatique.

Globalement, la vigne supporte bien un ombrage faible à modéré, qui peut même être bénéfique en contexte de chaleur extrême, tandis que des niveaux plus élevés entraînent des ajustements physiologiques et un décalage de la maturité.

Tableau 11 : Etude de l'effet de l'ombrage artificiel sur la vigne

| Publication                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Ombrage       | Stade                                         | Impact physiologique                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Détails                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| L'ombrage des vignes par filets : une piste prometteuse face au changement climatique, Constance Cunty et Audrey Chaix-Bryan, 2021                                                                                                                                                                                                  | < 20-30 %     | Débourrement / Reprise de Croissance          | Un apport lumineux important est nécessaire pour activer la reprise du débourrement et la photosynthèse initiale. Un déficit trop fort risque de retarder le développement de la nouvelle canopée.                                                                                                                                                                                        | Ombrage artificiel par filet d'ombrage           |
| Institut Française de la Vigne et du Vin (IFV) – Article Ombrage, 2023<br>Vitisphere, 2022                                                                                                                                                                                                                                          | < 15-30 %     | Floraison / Formation des Inflorescences      | La formation et la viabilité des fleurs dépendent d'un haut niveau de lumière. Une forte réduction du PAR peut affecter la pollinisation et la fragilité du système reproducteur.                                                                                                                                                                                                         | Ombrage artificiel par filet d'ombrage           |
| Valverde, 2024<br>IFV – Article Ombrage, 2023<br><u>Impacts de différentes méthodes d'ombrage sur la vigne dans un contexte de changement climatique</u>                                                                                                                                                                            | < 20-25 à 30% | Nouaison / Développement des Baies & Véraison | La photosynthèse des feuilles alimente la croissance des baies. Un ombrage modéré permet d'atténuer les stress thermiques sans compromettre l'accumulation de sucres et le développement des pigments.                                                                                                                                                                                    | Ombrage artificiel par filet d'ombrage           |
| Effets de l'utilisation de filets d'ombrage : conséquences sur la vigne, les raisins et les vins, Carole Feilhes, 2021<br><u>Shading of the fruit zone to reduce grape yield and quality losses caused by sunburn   OENO One</u><br><a href="https://oenone.eu/article/view/1579/1645">https://oenone.eu/article/view/1579/1645</a> | < 20-30 %     | Maturation                                    | Un apport lumineux suffisant est nécessaire pour la coloration et la maturation des baies. Une forte diminution du PAR peut retarder la maturation et moduler la composition biochimique (sucres, anthocyanes).                                                                                                                                                                           | Ombrage artificiel par filet d'ombrage           |
| Sun'Agri – Grenache rouge (Piolenc)<br><u>Sun'Agri révèle ses résultats agronomiques 2023 qui démontrent l'utilité concrète de l'agrivoltaïsme dynamique pour les cultures</u>                                                                                                                                                      | 40%           |                                               | Décalage des stades phénologiques (temps de croissance augmenté jusqu'à 14 jours). Surface foliaire augmentée, mais épaisseur diminuée, taux de chlorophylle augmentée.<br>Baisse de l'ETP jusqu'à 40%, réduction des apports en eau d'irrigation de 12% à 34%<br>Baisse du taux de sucrosité, augmentation de l'acidité + 9% à 15%.<br>Amélioration de la coloration (anthocyanes +13%). | Ombrage dynamique full-tracking en agrivoltaïsme |

Les données issues de la littérature scientifique permettent d'apprécier des amplitudes d'ombrage par stade phénologique. Bien que positifs dans certains cas, on note également des critères impactant négativement les paramètres agronomiques

## 6.6.2 Focus données expérimentales

L'IFV est directement impliqué dans les premiers dispositifs expérimentaux d'agrivoltaïsme viticole en France, dont les résultats constituent un socle de références techniques pour les projets futurs.

- **Projet de Piolenc / Sun'Agri (Vaucluse) – Suivi IFV**

L'expérimentation agrivoltaïque dynamique conduite par Sun'Agri sur grenache noir (1 000 m<sup>2</sup>, 280 panneaux rétractables) avec suivi scientifique par la Chambre d'agriculture, l'IFV et l'INRAE, a livré les résultats suivants :

- L'arrêt de la croissance végétative a été retardé de 6 à 13 jours sur les vignes sous protection par rapport au témoin non protégé ;
- La réduction des besoins en eau varie de 12 à 34 % selon les modalités d'ombrage ;
- Le stress hydrique, mesuré par capteurs, a été significativement moindre sous les panneaux ;
- Lors de l'épisode caniculaire de fin juin (46 °C), l'ombrage a permis d'éviter le stress sévère subi par les parcelles témoins.

Sources : *(Premiers résultats concluants sur l'ombrage photovoltaïque, s. d.), (Premiers résultats de l'expérimentation agrivoltaïque de Sun'Agri à Piolenc, s. d.).*

- **Projet Ombréa / Rians (Var) – Partenariat IFV et Société du Canal de Provence**

L'installation expérimentale de 3 000 m<sup>2</sup> sur vigne, opérée depuis juin 2019 en partenariat avec l'IFV, a révélé une diminution de 5 % de la teneur en sucre des baies (soit un gain d'environ 1 degré d'alcool potentiel) et une augmentation de 4 % du poids des baies sous ombrage, avec un stress hydrique mesuré par l'IFV significativement moindre.

Sources : *(Des débuts prometteurs pour l'agrivoltaïsme en vigne | Réussir Vigne, 2020).*

- **Projet Ombréa / Villemoustaussou (Aude) – Suivi IFV, SudExpé et Chambre d'Agriculture**

Sur le domaine viticole de Rivals, un pilote TotalEnergies-Ombréa de 3 000 m<sup>2</sup> sur cépage merlot est suivi par l'IFV, SudExpé et la Chambre d'agriculture de l'Aude. L'objectif est d'étudier l'impact des ombrières dynamiques sur la physiologie de la vigne, l'activité photosynthétique, la croissance, le rendement et la qualité des raisins.

Source : *(Réussites et déboires de l'agrivoltaïsme dans le vignoble, s. d.).*

- **Projet Sun'Agri / Tresserre (Pyrénées-Orientales) – Vigne agrivoltaïque de 4,5 ha**

L'installation commerciale de 2,2 MW à Tresserre, sur 26 800 plants de marselan, chardonnay et grenache blanc, a permis de mesurer une hausse de +2 °C des températures sous les panneaux lors d'épisodes de gel printanier, réduisant les risques de dommages aux bourgeons. Le suivi agronomique a également mis en évidence une réduction du stress hydrique de 30 % et une baisse de la température du sol de 2 °C en été.

Sources : *(L'agrivoltaïsme dynamique souffle le froid... et le chaud, s. d.), (Des solutions en agrivoltaïsme pour la viticulture - Cultive Ton Energie, s. d.).*

- *Projet Vitivolt (Val de Loire) — Porté avec l'IFV*

Le projet Vitivolt, porté par Terrena en partenariat avec l'IFV, Altarea et Loire Vini Viti, vise à installer un démonstrateur agrivoltaïque au-dessus de vignes du Val de Loire pour produire des références techniques sur les impacts agronomiques, œnologiques, environnementaux et énergétiques. L'IFV est spécifiquement chargé de définir les protocoles expérimentaux et de produire des indicateurs viticoles et œnologiques.

*Sources : (Projet Vitivolt : vigne et panneaux solaires, un mariage d'avenir ? - Institut Français de la Vigne et du Vin, s. d.).*

## 6.7 Synthèse : pertinence de l'agrivoltaïsme dans le contexte viticole du Languedoc-Roussillon

Les données compilées par l'IFV et ses partenaires scientifiques convergent pour établir la pertinence d'un projet agrivoltaïque en contexte viticole méditerranéen :

- 1. Réponse au stress hydrique** : la réduction mesurée des besoins en eau (12 à 34 % selon les dispositifs) constitue un levier majeur dans un bassin où le déficit hydrique est la première cause de perte de rendement et de qualité.
- 2. Protection contre les aléas climatiques** : les dispositifs agrivoltaïques offrent une protection documentée contre les gelées printanières (+2 °C sous les panneaux), les épisodes caniculaires (retard de 6 à 13 jours de l'arrêt de croissance) et potentiellement la grêle.
- 3. Amélioration qualitative** : la réduction de la teneur en sucre (-5 à -10 %) et l'augmentation de l'acidité (+25 % selon les données italiennes) permettent de maintenir les équilibres analytiques recherchés par la filière, dans un contexte d'augmentation tendancielle du degré alcoolique.
- 4. Compatibilité avec les objectifs de la filière** : les travaux de l'IFV s'inscrivent dans la feuille de route nationale d'adaptation au changement climatique, qui identifie explicitement l'expérimentation de stratégies agroécologiques et d'agroforesterie, la gestion de l'ombrage et l'optimisation de la ressource en eau comme leviers prioritaires.
- 5. Sécurisation économique** : dans un bassin où la production baisse tendanciellement la stabilisation des rendements par la protection agrivoltaïque représente un enjeu économique direct pour les exploitations, les caves coopératives et l'ensemble de la filière.

## 7 SYNTHÈSE DES DONNÉES DE L'ÉTUDE

La présente étude a permis de croiser les données agro climatiques, économiques, agronomiques et bibliographiques relatives au projet agrivoltaïque sur culture de vigne porté par l'EARL HENRIC LACLARE, situé sur la commune de Bages (66), au cœur de la Plaine du Roussillon.

Le climat méditerranéen de la zone d'étude se caractérise par des **étés chauds et secs, un ensoleillement intense et un régime de tramontane asséchant**. Les projections à l'horizon 2050 (scénario +2,7 °C France, modèle DRIAS) amplifient considérablement ces contraintes : **+2,05 °C de température moyenne annuelle, +27,9 jours au-dessus de 30 °C, -13 % de précipitations estivales et +10 jours de stress hydrique des sols (SWI < 0,4)**. Le territoire entre dans une trajectoire de déficit hydrique structurel, corroborée par **les sécheresses exceptionnelles observées depuis 2022**.

À l'échelle départementale, la viticulture des Pyrénées-Orientales traverse une crise sans précédent. Les cinq dernières récoltes sont les cinq plus faibles de la décennie, avec **un record négatif atteint en 2024 à 18,5 hL/ha seulement et 10 % des surfaces sans aucune récolte**. La campagne 2025 reste marquée par des **arrachages massifs** (près de 10 000 ha) et des **épisodes de chaleur extrême** (+4 °C au-dessus des normales en juin et août).

Cette dynamique se retrouve à l'échelle locale. **La cave coopérative Laure de Nyls**, qui regroupe 220 vignerons sur 1 350 ha, affiche **un chiffre d'affaires en recul de 23 % depuis 2016**, une rentabilité quasi nulle et un endettement élevé.

L'EARL HENRIC LACLARE (58 ha dont 43 ha en vigne) suit la tendance départementale avec une **dégradation marquée de ses rendements** : de 35,9 hL/ha en moyenne en 2019-2020 à seulement 16,0 hL/ha en 2024-2025. Plusieurs appellations enregistrent des rendements nuls sur les dernières campagnes (Côtes Catalanes blanc, Pays d'Oc rosé, Pays d'Oc blanc), directement liés aux aléas climatiques. Sur le plan financier le résultat d'exploitation est structurellement déficitaire (4 années sur 5), les dettes représentent 87 % du passif.

Malgré ces difficultés, le Roussillon fait figure de territoire précurseur en matière d'adaptation. Le Conseil Interprofessionnel des Vins du Roussillon (CIVR), la Chambre d'Agriculture et les acteurs de la filière témoignent d'une dynamique d'innovation : **réhabilitation des réseaux hydrauliques antiques pour la recharge des nappes, déploiement de fossés à redents, utilisation pionnière du biochar, expérimentation de la réutilisation des eaux usées traitées (REUT) et montée en compétences d'une nouvelle génération de viticulteurs formés et ouverts aux pratiques innovantes**.

La revue bibliographique et les données expérimentales issues de l'IFV, de l'INRAE (programme LACCAGE) et des démonstrateurs en cours (Sun'Agri à Piolenc et Tresserre, Ombréa à Rians et Villemoustausou, Vitivolt en Val de Loire) convergent pour établir que **la vigne présente une bonne tolérance à un ombrage modéré (15 à 30 %), variable selon les stades phénologiques**. Les résultats mesurés sur les dispositifs agrivoltaïques existants démontrent :

- Une **réduction des besoins en eau** de 12 à 34 % selon les modalités d'ombrage ;
- Une **protection contre les gelées printanières** (+2 °C sous panneaux) et **les canicules** (retard de 6 à 13 jours de l'arrêt de croissance) ;
- Une **amélioration qualitative des raisins** : réduction de la teneur en sucre de 5 à 10 % (soit environ -1 degré d'alcool potentiel), **maintien de l'acidité** (+9 à 15 %) et **amélioration de la coloration** (anthocyanes +13 %) ;
- Une **réduction significative du stress hydrique** mesuré par capteurs sur l'ensemble des sites expérimentaux.

L'ensemble des données collectées converge pour établir que le projet agrivoltaïque porté par l'EARL HENRIC LACLARE répond à un besoin avéré et documenté de sécurisation de la production viticole. La Plaine du Roussillon cumule l'ensemble des facteurs de vulnérabilité : un déficit hydrique qui s'installe dans la durée, des rendements en chute structurelle, une économie viticole fragilisée et des projections climatiques qui aggravent ces tendances.

Dans ce contexte, l'agrivoltaïsme constitue un levier d'adaptation cohérent et étayé par les références scientifiques et expérimentales disponibles. Il s'inscrit pleinement dans la stratégie nationale d'adaptation de la filière viticole au changement climatique, dans les démarches d'agriculture régénératrice déjà engagées sur le territoire et dans les objectifs du décret n°2024-318 du 8 avril 2024 relatif au développement de l'agrivoltaïsme.

Le projet vise à apporter une réponse concrète et mesurable aux trois enjeux majeurs de l'exploitation : la sécurisation des rendements par la réduction du stress hydrique et thermique, le maintien de la qualité œnologique des raisins dans un contexte de réchauffement, et la pérennité économique d'une exploitation viticole dont la viabilité financière est aujourd'hui menacée.

# Annexes



## Déclaration de Récolte et de Production n°192001171188 déposée par Système le 02/12/2019 pour la campagne 2019-2020

Numéro CVI : 6613611640 Nom de l'exploitation : HENRIC N°SIRET : 41970773200014 Commune de siège : PERPIGNAN  
 Nom du gestionnaire: HENRIC LACLARE EARL Mode de faire-valoir : Propriétaire



| Tableau récapitulatif des surfaces par code produit |                |                                |                                           |
|-----------------------------------------------------|----------------|--------------------------------|-------------------------------------------|
| Code Produit                                        | Surface en Ha  | Total des volumes vendus en HL | Total des volumes commercialisables en HL |
| 1B184N                                              | 9Ha 04Ar 91Ca  | OHL 00L                        | 271HL 47L                                 |
| 1S188N50                                            | 5Ha 28Ar 96Ca  | OHL 00L                        | 158HL 68L                                 |
| 1S480S                                              | 11Ha 27Ar 23Ca | OHL 00L                        | 538HL 36L                                 |
| 3R001                                               | 3Ha 53Ar 97Ca  | OHL 00L                        | 140HL 32L                                 |
| 3R664                                               | 2Ha 25Ar 00Ca  | OHL 00L                        | 33HL 47L                                  |
| 3S001                                               | 2Ha 55Ar 67Ca  | OHL 00L                        | 227HL 80L                                 |
| 4B999                                               | 5Ha 00Ar 51Ca  | OHL 00L                        | OHL 00L                                   |

Total des volumes de produits de catégorie 3 et 4 hors AO en HL : 401HL 59L

Figure 31 : Déclaration de récolte EARL HENRIC LACLARE 2019-2020



## Déclaration de Récolte et de Production n°202101251066 déposée par Système le 24/11/2020 pour la campagne 2020-2021

Numéro CVI : 6613611640 Nom de l'exploitation : HENRIC N°SIRET : 41970773200014 Commune de siège : PERPIGNAN  
 Nom du gestionnaire: HENRIC LACLARE EARL Mode de faire-valoir : Propriétaire



| Tableau récapitulatif des surfaces par code produit |                |                                |                                           |
|-----------------------------------------------------|----------------|--------------------------------|-------------------------------------------|
| Code Produit                                        | Surface en Ha  | Total des volumes vendus en HL | Total des volumes commercialisables en HL |
| 1B184N                                              | 7Ha 90Ar 28Ca  | OHL 00L                        | 236HL 88L                                 |
| 3B664                                               | 0Ha 00Ar 00Ca  | OHL 00L                        | 77HL 83L                                  |
| 1S188N50                                            | 4Ha 28Ar 73Ca  | OHL 00L                        | 128HL 61L                                 |
| 3S664                                               | 0Ha 00Ar 00Ca  | OHL 00L                        | 26HL 33L                                  |
| 1S495                                               | 10Ha 79Ar 56Ca | OHL 00L                        | 513HL 00L                                 |
| 3B001                                               | 2Ha 87Ar 48Ca  | OHL 00L                        | 253HL 29L                                 |
| 3R664                                               | 2Ha 27Ar 76Ca  | OHL 00L                        | 200HL 88L                                 |
| 3S001                                               | 9Ha 13Ar 04Ca  | OHL 00L                        | 863HL 14L                                 |

Total des volumes de produits de catégorie 3 et 4 hors AO en HL : 1 421HL 47L

Figure 32 : Déclaration de récolte EARL HENRIC LACLARE 2020-2021



## Déclaration de Récolte et de Production n°212201320913 déposée par Système le 02/12/2021 pour la campagne 2021-2022

Numéro CVI : 6613611640 Nom de l'exploitation : HENRIC N°SIRET : 41970773200014 Commune de siège : PERPIGNAN  
 Nom du gestionnaire: HENRIC LACLARE EARL Mode de faire-valoir : Propriétaire



| Tableau récapitulatif des surfaces par code produit |                |                                |                                           |
|-----------------------------------------------------|----------------|--------------------------------|-------------------------------------------|
| Code Produit                                        | Surface en Ha  | Total des volumes vendus en HL | Total des volumes commercialisables en HL |
| 1B184N                                              | 9Ha 53Ar 58Ca  | OHL 00L                        | 296HL 07L                                 |
| 1S188N50                                            | 4Ha 92Ar 94Ca  | OHL 00L                        | 162HL 67L                                 |
| 1S495                                               | 12Ha 31Ar 66Ca | OHL 00L                        | 585HL 27L                                 |
| 3B001                                               | 1Ha 54Ar 51Ca  | OHL 00L                        | 36HL 96L                                  |
| 3B664                                               | 0Ha 31Ar 29Ca  | OHL 00L                        | 8HL 00L                                   |
| 3R001                                               | 3Ha 53Ar 97Ca  | OHL 00L                        | 57HL 93L                                  |
| 3R664                                               | 5Ha 20Ar 67Ca  | OHL 00L                        | 88HL 55L                                  |
| 3S001                                               | 0Ha 67Ar 29Ca  | OHL 00L                        | 7HL 22L                                   |

Total des volumes de produits de catégorie 3 et 4 hors AO en HL : 198HL 66L

Figure 33 : Déclaration de récolte EARL HENRIC LACLARE 2021-2022



## Déclaration de Récolte et de Production n°222301403599 déposée par Système le 29/11/2022 pour la campagne 2022-2023

Numéro CVI : 6613611640 Nom de l'exploitation : HENRIC N°SIRET : 41970773200014 Commune de siège : PERPIGNAN  
 Nom du gestionnaire: HENRIC LACLARE EARL Mode de faire-valoir : Propriétaire



| Tableau récapitulatif des surfaces par code produit |                |                                |                                           |
|-----------------------------------------------------|----------------|--------------------------------|-------------------------------------------|
| Code Produit                                        | Surface en Ha  | Total des volumes vendus en HL | Total des volumes commercialisables en HL |
| 1B184N                                              | 10Ha 60Ar 32Ca | OHL 00L                        | 317HL 89L                                 |
| 1S188N50                                            | 4Ha 46Ar 94Ca  | OHL 00L                        | 156HL 42L                                 |
| 1S495                                               | 11Ha 85Ar 61Ca | OHL 00L                        | 566HL 81L                                 |
| 3B664                                               | 0Ha 61Ar 96Ca  | OHL 00L                        | 38HL 25L                                  |
| 3R001                                               | 3Ha 53Ar 97Ca  | OHL 00L                        | 44HL 37L                                  |
| 3S001                                               | 6Ha 51Ar 06Ca  | OHL 00L                        | 253HL 83L                                 |

Total des volumes de produits de catégorie 3 et 4 hors AO en HL : 336HL 45L

Figure 34 : Déclaration de récolte EARL HENRIC LACLARE 2022-2023


**Déclaration de Récolte et de Production n°232401487376 déposée par Système le 06/12/2023 pour la campagne 2023-2024**

Numéro CVI : 6613611640 Nom de l'exploitation : HENRIC N°SIRET : 41970773200014 Commune de siège : PERPIGNAN  
 LACLARE EARL  
 Nom du gestionnaire: HENRIC LACLARE EARL Mode de faire-valoir : Propriétaire



| IDENTIFICATION DES ACHETEURS ET DES CAVES COOPERATIVES |                |                       |
|--------------------------------------------------------|----------------|-----------------------|
| Catégorie                                              | Numéro CVI/IVA | Nom ou Raison Sociale |
| Cave n° 1                                              | 6614409740     | LAURE DE NYLS         |

Figure 35 : Déclaration de récolte EARL HENRIC LACLARE 2023-2024


**Déclaration de Récolte et de Production n°242501603361 déposée par Système le 29/11/2024 pour la campagne 2024-2025**

Numéro CVI : 6613611640 Nom de l'exploitation : HENRIC N°SIRET : 41970773200014 Commune de siège : PERPIGNAN  
 LACLARE EARL  
 Nom du gestionnaire: HENRIC LACLARE EARL Mode de faire-valoir : Propriétaire



| Tableau récapitulatif des surfaces par code produit |                |                                |                                           |
|-----------------------------------------------------|----------------|--------------------------------|-------------------------------------------|
| Code Produit                                        | Surface en Ha  | Total des volumes vendus en HL | Total des volumes commercialisables en HL |
| 1B184N                                              | 10Ha 60Ar 19Ca | 0HL 00L                        | 318HL 05L                                 |
| 1R480S                                              | 1Ha 51Ar 29Ca  | 0HL 00L                        | 69HL 16L                                  |
| 1S188NSQ                                            | 3Ha 79Ar 66Ca  | 0HL 00L                        | 13HL 89L                                  |
| 1S495                                               | 8Ha 63Ar 20Ca  | 0HL 00L                        | 407HL 63L                                 |
| 3B664                                               | 0Ha 62Ar 59Ca  | 0HL 00L                        | 0HL 00L                                   |
| 3R001                                               | 9Ha 20Ar 30Ca  | 0HL 00L                        | 14HL 13L                                  |
| 3S001                                               | 1Ha 03Ar 19Ca  | 0HL 00L                        | 0HL 00L                                   |
| 3S664                                               | 7Ha 50Ar 67Ca  | 0HL 00L                        | 0HL 00L                                   |

Total des volumes de produits de catégorie 3 et 4 hors AO en HL : 14HL 13L

Figure 36 : Déclaration de récolte EARL HENRIC LACLARE 2024-2025

# Bibliographie

---

- Alphonse Lavallée- Plantgrape. [s. d.]. Consulté 23 avril 2026, à l'adresse <https://www.plantgrape.fr/fr/varietes/varietes-a-fruits/8>
- CAHIER DES CHARGES DE L'APPELLATION D'ORIGINE CONTRÔLÉE « Languedoc ». (2010).
- CAHIER DES CHARGES DE L'APPELLATION D'ORIGINE PROTÉGÉE « RIVESALTES ». (2022).
- CAHIER DES CHARGES INDICATION GEOGRAPHIQUE PROTÉGÉE « PAYS D'OC ». (2024).
- Cambrea, L., Lafon, C., & Mayoux, L. (2020). En direct des territoires - L'irrigation de la vigne en ex-Languedoc-Roussillon : Un potentiel de production maintenu par les économies d'eau. *Sciences Eaux & Territoires*, [34], 28-33. <https://doi.org/10.14758/SET-REVUE.2020.5.05>
- Comité de pilotage de l'observatoire OSCAR. (2025). *Note technique Nationale OSCAR 2025*. [https://www.vignevin.com/wp-content/uploads/2025/04/2025\\_Note\\_technique\\_OSCAR\\_vf.pdf](https://www.vignevin.com/wp-content/uploads/2025/04/2025_Note_technique_OSCAR_vf.pdf)
- Des débuts prometteurs pour l'agrivoltaïsme en vigne / Réussir Vigne. (2020, mai 25). <https://www.reussir.fr/vigne/des-debuts-prometteurs-pour-lagrivoltaïsme>
- Des solutions en agrivoltaïsme pour la viticulture—Cultive Ton Energie. [s. d.]. Consulté 8 avril 2026, à l'adresse <https://cultivetonenergie.com/agrivoltaïsme/des-solutions-en-agrivoltaïsme-pour-la-viticulture/>
- Despey, Paly, Paul, Angelras, & Farges. (2019). *STRATÉGIE DE LA FILIÈRE VITICOLE FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE*. [https://www.vignevin.com/wp-content/uploads/2021/09/Strategie-de-la-filiere-viticole-face-au-changement-climatique\\_web.pdf](https://www.vignevin.com/wp-content/uploads/2021/09/Strategie-de-la-filiere-viticole-face-au-changement-climatique_web.pdf)
- Ganesch, J. K.-I. (JKI), Federal Research Centre for Cultivated Plants, Institute for Grapevine Breeding, Geilweilerhof ,Siebeldingen, Röckel Franco, Erika Maul, Reinhard Töpfer, Alina. [s. d.-a]. *MUSCAT OF ALEXANDRIA*. Consulté 23 avril 2026, à l'adresse <https://www.vivc.de/index.php?r=passport/view&id=8241>
- Ganesch, J. K.-I. (JKI), Federal Research Centre for Cultivated Plants, Institute for Grapevine Breeding, Geilweilerhof ,Siebeldingen, Röckel Franco, Erika Maul, Reinhard Töpfer, Alina. [s. d.-b]. *ORA*. Consulté 23 avril 2026, à l'adresse <https://www.vivc.de/index.php?r=passport%2Fview&id=16380>

- IFV. (2026). *EXPÉRIMENTER POUR DEMAIN - RAPPORT D'ACTIVITÉ 2024/2025*.  
[https://www.vignevin.com/wp-content/uploads/2025/12/rapport\\_dactivite\\_2024-2025.pdf](https://www.vignevin.com/wp-content/uploads/2025/12/rapport_dactivite_2024-2025.pdf)
- InterBIO. (s. d.). *FICHE SYNTHÈSE PLAINE DU ROUSSILLON ET ALENTOURS*. Consulté  
<https://www.interbio-occitanie.com/content/uploads/2022/07/fiche-synthese-po.pdf>
- Katerji, N., & Daudet, F.-A. (1986). Etude in-situ du fonctionnement hydrique et photosynthétique d'une vigne conduite en lyre. *Agronomy*, 6(8), 709-716.
- Keller, M. (2010). *The Science of Grapevines : Anatomy and Physiology*. Academic Press.
- L' Ora—[Www.lescepages.fr](http://www.lescepages.fr). (s. d.). Consulté 23 avril 2026, à l'adresse <http://lescepages.free.fr/ora.html>
- L'agrivoltaïsme dynamique souffle le froid... Et le chaud. (s. d.). Consulté 8 avril 2026, à l'adresse  
<https://www.pleinchamp.com/actualite/l-agrivoltaisme-dynamique-souffle-le-froid-et-le-chaud>
- Languedoc-Roussillon. (s. d.). Institut Français de la Vigne et du Vin. Consulté 8 avril 2026, à l'adresse  
<https://www.vignevin.com/en-region/languedoc-roussillon/>
- Le CIVR. (s. d.). *Vins du Roussillon*. Consulté 8 avril 2026, à l'adresse <https://www.roussillon.wine/le-civr/>
- Leeuwen, C. van, & Darriet, P. (2016). The Impact of Climate Change on Viticulture and Wine Quality. *Journal of Wine Economics*, 11(1), 150-167. <https://doi.org/10.1017/jwe.2015.21>
- L'entretien du sol en viticulture biologique. (2023, mars 13). *Institut Français de la Vigne et du Vin*.  
<https://www.vignevin.com/article/lentretien-du-sol-en-viticulture-biologique/>
- Morlat, R., & Bodin, F. (2006). Characterization of Viticultural Terroirs using a Simple Field Model Based on Soil Depth – II. Validation of the Grape Yield and Berry Quality in the Anjou Vineyard (France). *Plant and Soil*, 281(1), 55-69. <https://doi.org/10.1007/s11104-005-3769-z>
- Muscat d'Alexandrie. (2026). In *Wikipédia*.  
[https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Muscat\\_d%27Alexandrie&oldid=233846332](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Muscat_d%27Alexandrie&oldid=233846332)
- Ojeda, H., Andary, C., Kraeva, E., Carbonneau, A., & Deloire, A. (2002). Influence of Pre- and Postveraison Water Deficit on Synthesis and Concentration of Skin Phenolic Compounds during Berry Growth of *Vitis vinifera* cv. Shiraz. *American Journal of Enology and Viticulture*, 53(4), 261-267.

Ollat, N., & Touzard, J.-M. (2014a). Stress hydrique et adaptation au changement climatique pour la viticulture et l'oenologie : Le projet LACCAGE. *Innovations Agronomiques*, [38], 131-141. <https://doi.org/10.17180/0s3q-8a39>

Ollat, N., & Touzard, J.-M. (2014b). Stress hydrique et adaptation au changement climatique pour la viticulture et l'oenologie : Le projet LACCAGE. *Innovations Agronomiques*, [38], 131. <https://doi.org/10.17180/0s3q-8a39>

*Premiers résultats concluants sur l'ombrage photovoltaïque.* (s. d.). [www.vitisphere.com](http://www.vitisphere.com). Consulté 8 avril 2026, à l'adresse <https://www.vitisphere.com/actualite-91285-premiers-resultats-concluants-sur-lombrage-photovoltaïque.html>

*Premiers résultats de l'expérimentation agrivoltaïque de Sun'Agri à Piolenc.* (s. d.). Consulté 8 avril 2026, à l'adresse <https://sunagri.fr/le-mag-sunagri/premiers-resultats-de-lexpérimentation-agrivoltaïque-de-sunagri-piolenc>

*Préserver les sols et leurs fonctions.* (s. d.). Institut Français de la Vigne et du Vin. Consulté 8 avril 2026, à l'adresse <https://www.vignevin.com/environnement/preserver-les-sols-2/>

*Projet Vitivolt : Vigne et panneaux solaires, un mariage d'avenir ? - Institut Français de la Vigne et du Vin.* (s. d.). Consulté 8 avril 2026, à l'adresse <https://www.vignevin.com/article/projet-vitivolt-vigne-et-panneaux-solaires-un-mariage-davenir/>

Pyrénées-Méditerranée, R. O. /. (s. d.). *FEADER Occitanie 2023-2027—Aide aux infrastructures hydrauliques sur les territoires – volet collectif – Europe en Occitanie.* Région Occitanie / Pyrénées-Méditerranée. Consulté 8 avril 2026, à l'adresse <https://www.europe-en-occitanie.eu/FEADER-Occitanie-2023-2027-Aide-aux-infrastructures-hydrauliques-sur-les-territoires>

*Réussites et déboires de l'agrivoltaïsme dans le vignoble.* (s. d.). [www.vitisphere.com](http://www.vitisphere.com). Consulté 8 avril 2026, à l'adresse <https://www.vitisphere.com/actualite-98658-reussites-et-deboires-de-lagrivoltaïsme-dans-le-vignoble.html>

Reynier, A. (2016). La physiologie de la vigne. In *Manuel de viticulture* (Lavoisier Tec&Doc, p. 608).

Rienth, M., Vigneron, N., Darriet, P., Sweetman, C., Burbidge, C., Bonghi, C., Walker, R. P., Famiani, F., & Castellarin, S. D. (2021). Grape berry secondary metabolites and their modulation by abiotic

factors in a climate change scenario—a review. *Frontiers in Plant Science*, 12, 1-26.  
<https://doi.org/10.3389/fpls.2021.643258>

Steov, K., & Slavtcheva, T. (1982). La photosynthèse nette chez la vigne (*V. vinifera* L.) et les facteurs écologiques. *Connaissance Vigne Vin*, 16(3), 171-185.

TechniLoire, InterLoire, & IFV. (2025). *Cartographie géo-pédologique des vignobles* [Carte]. <https://eterroir-techniloire.com/>

Touzard, J.-M., Ollat, N., Graveline, N., & Gouty Borges, C. (2021). *Adaptation au changement climatique dans la filière vigne et vin Enseignements du projet LACCAGE (2012-21)*.

Van Leeuwen, C., & Darriet, P. (2020). *Le changement climatique en viticulture : Les leviers d'adaptation au vignoble*. <https://www.vignevin-occitanie.com/wp-content/uploads/2018/11/Leviers-dadaptation-au-changement-climatique-Van-Leeuwen.pdf>

*Vignes et vins : S'adapter et atténuer le changement climatique*. [s. d.]. Consulté 8 avril 2026, à l'adresse <https://chambres-agriculture.fr/actualites/actualite/vignes-et-vins-sadapter-et-attenuer-le-changement-climatique>

*Vin et climat*. [s. d.]. Consulté 8 avril 2026, à l'adresse <https://www.vinotracker.fr/vin-et-climat>

Zufferey, V., & Murisier, F. (2009). Photosynthèse de la vigne (cv. Chasselas), influence du régime hydrique. *Revue suisse Vitic. Hortic.*, 41(5), 309-3012.

Complément :

Source : [Demande de dégrèvements liée aux aléas climatiques - Le journal du Gers : Journal d'actualités en ligne et en continu traitant de l'actu d'Auch et du Gers](#)

Source : [La Ferme Gers en grande souffrance, le nécessaire soutien de l'Etat Dossier - Chambre d'agriculture - Gers](#)

Source : NOTICE Fonds d'urgence gel viticulture Aléas climatiques 2022 – Volet 2 Département du Gers

Source : Conseil de bassin viticole Sud-Ouest 12 décembre 2024 à Toulouse [1\\_cr\\_cbso20241212.pdf](#)

# « Décrypter au plus juste pour construire des stratégies robustes »



Agriculture  
& terroir



Hydrologie  
régénérative



Agrivoltaïsme  
durable



Pédologie &  
gestion des sols



Concertation territoriale  
& développement local



Innovation & transfert  
de compétences



BUREAU D'ÉTUDES AGRICOLES  
**INOSIUM**  
*L'innovation pour les Hommes*



VOTRE  
CONTACT

Xavier Riveau  
@xavier.riveau@inosium.com  
06.87.47.19.88  
www.inosium.com



<https://creabeng.com/>

## Mentions légales :

INOSIUM - SASU au capital de 1 000 € - 944 215 664 R.C.S. Saint-Étienne - SIRET : 944 215 664 00011 Code APE : 74.90B  
TVA intracommunautaire : FR42944215664 - Siège social : 143 chemin des Giraudières 42170 S'-Just-S'-Rambert

Conception graphique [www.CréaBenG.com](http://www.CréaBenG.com)