

Agroof

Projet Treilles et Terrasses : Etudes microclimatiques et perspectives agronomiques

2024-2026



Auteur :

Ambroise MARTIN-CHAVE

Soutiens financiers :

Un projet porté par le



Table des matières

I Introduction	1
1.1 Histoire de terrasses.....	1
1.2 Treilles et Terrasses	1
2 Matériels et Méthodes	2
2.1 Suivis microclimatiques	2
2.2 Modélisation	3
2.3 Sites d'étude	4
Chamborigaud - Robin Delahaye.....	4
Le Chambon - Daniel Demateis	5
Aujaguet - Gilbert Bischeri	6
Altier - Jean-Benoit Goulabert	7
2.4 Suivis de cultures	8
2.5 Analyses statistiques.....	9
3 Résultats	9
3.1 Résultats agronomiques	9
3.2 Résultats microclimatiques 2024.....	9
3.3 Résultats microclimatiques 2025.....	13
3.4 Modélisation	19
Discussion	20
Microclimat.....	20
Perspectives	21
Conclusion	22
Bibliographie	22

I Introduction

1.1 Histoire de terrasses

La création de terrasse en pierre sèche les siècles derniers dans certains territoires de montagne, marqués par de fortes pentes et des surfaces agraires réduites, a notablement façonné les paysages des Cévennes. Cette aire socio-géographique aux contours variables désignent souvent la façade sud-est du Massif central, de la Lozère à l'Hérault, en passant par l'Ardèche et le Gard, où les cultures du châtaignier et du vers à soie ont prédominées durant plusieurs décennies.

Les terrasses, selon leur emplacement et proximité aux habitations, servaient à produire de nombreuses cultures : maraichères, vignes, mais aussi parfois céréales, et châtaignes. Certaines filières ont perduré, comme l'Oignon doux des Cévennes, ou la production de châtaignes qui est encore largement répandue. Suite à la déprise agricole du siècle dernier, la majorité des surfaces aménagées ont néanmoins connu une forte dégradation. La construction et l'entretien des murs en pierre sèche nécessitent en effet un travail manuel important et des savoir-faire qui ont également décliné avec leur abandon. De même que les techniques et pratiques culturelles développées par les paysans de l'époque préindustrielle. La question agronomique de ces espaces croise un autre enjeu majeur pour les espaces de montagne : la gestion de l'eau. Une des particularités des Cévennes et le phénomène d'«épisode cévenole», ou méditerranéen, lorsque des masses d'air humide se refroidissent rapidement au contact des reliefs, causant des précipitations très importantes, avec des conséquences parfois catastrophiques. Une des conséquences à court à moyen terme et l'érosion très importantes des sols que ces pluies peuvent causer. Or, les terrasses (« restanques » ou « bancels ») associés à des systèmes de canaux (« béals ») et de seuils (ou « tanquats »), permettaient de limiter les effets de ces phénomènes en ralentissant et canalisant les écoulements (Lécuyer, 2006).

Progressivement, l'abandon généralisé de ces espaces a laissé s'installer des forêts qui limitent cette érosion, mais sont néanmoins sujettes aux incendies, avec par exemple 8000 ha brûlés lors de l'incendie de Portes en 1985. Les prévisions du réchauffement climatique par le GIEC dans cette zone prévoient tout à la fois une augmentation des risques d'épisodes méditerranéens à l'automne et au printemps, et d'épisodes caniculaires en été propices aux incendies. Le réchauffement climatique risque également de causer une mortalité plus importante des essences forestières (Gazol and Camarero, 2022), ce qui contribuera également à fragiliser la résistance du paysage à l'érosion hydrique.

Dans cet optique, et dans une perspective de valorisation agricole et forestière de ces espaces, Le projet Treilles et Terrasses porté par le SHVC a pour objectif de re bâtir des connaissances utiles à leur potentiel redéveloppement.

1.2 Treilles et Terrasses

La culture en terrasse implique une organisation spatiale et temporelle particulière pour permettre une utilisation optimale, sur des surfaces restreintes et donc précieuses. Les zones à flan de mur sont fréquemment peu profondes car à flan de roche, et inversement à proximité du bord opposé de la terrasse. Parmi les utilisations fréquemment rencontrées pour les terrasses vivrières, l'implantation de treilles avec de la vigne était très fréquentes, en association avec des légumes diversifiées et des arbres fruitiers, puis des muriers pour l'élevage des vers à soie aux alentours du XVIII siècle. La vigne en particulier s'est souvent trouvée cultivée au bord de la

terrasse, plantée à la limite du mur suivant, ce qui permettait de la faire courir le long de ce dernier sans occuper d'espace supplémentaire. On peut aussi trouver des treilles implantées dans la continuité du mur précédent, ce qui permet d'une part une autre organisation pour gérer la vigne, et de créer un ombrage qui selon les situations pourrait bénéficier aux cultures situées dessous.

Parmi les cépages utilisés, la plupart de ceux que l'on retrouve aujourd'hui sont des cépages hybrides des deux derniers siècles, notamment résistants aux maladies de la vigne (Chevalier, 1925). De nombreuses initiatives de professionnels et particuliers portent sur le redéploiement de ces cépages qui ne nécessitent pas ou très peu de traitement contre le mildiou, l'oïdium et le blackrot, et sont tolérants au phylloxéra.

Ainsi, treilles et terrasses sont deux aménagements complémentaires permettant de valoriser au mieux l'espace disponible, en zone de montagne.

C'est dans ce contexte que s'inscrit la prestation d'Agrooft dans le cadre de Treille et Terrasses pilotés par le SHVC, avec un double objectif :

- Etudier l'effet des treilles sur le microclimat.

Il s'agit d'obtenir de première référence sur l'environnement de culture sous treille de cépages résistants. Ces cépages sont pour certains notablement vigoureux et possèdent des feuilles plus larges que *Vitis vinifera*, ce qui peut contribuer à diminuer la lumière disponible pour d'éventuelles cultures associées. L'objectif de l'étude est donc de caractériser l'effet du développement végétatif de 4 treilles ayant des caractéristiques contrastées (orientation, dimension, cépages) sur l'environnement de culture (température de l'air, hygrométrie, lumière disponible).

Afin de mieux comprendre l'effet de l'orientation des treilles sur la disponibilité en lumière,

- Etudier le développement et la croissance de cultures sous treilles.

La finalité est d'améliorer la conception et la gestion des treilles en association avec des cultures sous-jacentes. Elle s'appuie pour cela sur l'expérience du réseau du SHVC, et des mesures *in situ* sur des treilles déjà en place. De nombreux paramètres peuvent modifier l'effets des treilles sur les conditions de culture : dimension de la treille, orientation, densité de feuillage notamment. L'étude s'attardera à caractériser le contexte des sites étudiés afin d'interpréter au mieux les résultats des suivis réalisés.

2 Matériels et Méthodes

2.1 Suivis microclimatiques

La température et l'humidité de l'air à 1 m a été mesurées au moyen de sondes Lascar EL-USB2 de précision $\pm 0.4^{\circ}\text{C}$, de sondes CAPT-CONNECT $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ et d'abris passif Campbell MET RAD14 / MET 21, à deux ou trois points par treille, et en situation dite témoin, à proximité immédiate et en absence de treille.

A différentes dates (mars, avril, mai, août, septembre), la fermeture de la canopée a été estimée au moyen de photographies hémisphériques puis d'un traitement sous CANEYE. 4 Photos ont été réalisées sous treilles, et une de référence en situation témoin.

Des mesures directes de rayonnement photosynthétique actif ($\mu\text{mol}/\text{cm}^2$) ont été réalisées en continu au moyen de sonde PAR80, disposées à 75 cm de hauteur au niveau des placettes de récolte, ou au centre des treilles en absence de culture.

Les moyennes et écarts de température, humidité et rayonnement aux situations témoins ont été calculés pour chaque treille séparément, par plage de 10 minutes.

En 2024, les premières mesures ont portés sur un site (Chamborigaud) et deux systèmes de treilles :

- Treille potagère (vigne et cucurbitacées) en versant sud-ouest, à mi-hauteur ;
- Treille de cépage Concord, Versant nord, en fond de vallée ;

En 2025, 3 autres sites ont été rajoutés au suivi afin de comparer le comportement microclimatique sous treille, versus en situation témoin.

2.2 Modélisation

4 scénarios de treilles ont été réalisés sous SamsaraLightLoader¹, avec une orientation Est-Ouest ou Nord-Sud. Ce module est issu de la plateforme de modélisation Capsis (Computer-Aided Projection of Strategies In Silviculture) développée par le CIRAD depuis 1999, et permet de simuler des scènes forestières afin de modéliser le rayonnement direct et diffus par pixel. La simulation peut s'appuyer sur deux modèles physiques différents, enveloppe poreuse ou milieu turbid medium s'appuyant sur le Leaf Area Density. Bien que ce dernier puisse être approché pour la vigne, le modèle d'enveloppe poreuse donne de bon résultat et s'appuie sur des mesures plus accessibles de la porosité des houppiers. Comme la treille est un système « simple » en comparaison d'arbres développés, la porosité a été fixée de manière homogène à 20%, afin de comparer la sensibilité de l'exposition sous-jacente à l'orientation des treilles. Le modèle ne prend en revanche pas compte des reliefs et autres obstacles à proximité, cette première étape de simulation ayant comme objectif de mieux comprendre l'impact des choix d'aménagements, plus que de comparer ces résultats aux données acquises.

Les paramètres de lumière totale disponible ont été fixés en se basant sur les maximums journaliers de PAR observé dans les témoins suivis, suivant un pic en juin. La densité de végétation ne peut être variable au cours de la saison et est de 100% de mai à octobre.

Les treilles ont été modélisées avec les paramètres suivants : 50m de long, 3.2 ou 1.5m de large, ouverture de canopée de 20%, tronc de 5cm de diamètre. Le palissage n'a pas été représenté.

Les valeurs de lumière totale (directe et diffuse par pixels de 0.25m^2) ont été exportées de Capsis vers le logiciel de cartographie open source Qgis afin d'effectuer des analyses statistiques spatiales de bases (moyenne et médiane de lumière totale disponible). Les calculs ont été réalisés sur l'emprise spatiale de la treille et à proximité afin de comprendre son effet sur l'environnement proche.

¹ https://capsis.cirad.fr/capsis/help_en/samsaralightloader

2.3 Sites d'étude

Chamborigaud - Robin Delahaye

Le site situé à Chamborigaud est situé dans le haut d'une courte vallée et comporte plusieurs treilles sur deux expositions : adret exposé sud-ouest et ubac exposé nord-est.

La treille principale lors des suivis est une treille de 25 m de long, 2.2 m de haut et 2 m de large (soit environ 50 m²) en robinier pseudo-acacia (figure 1), et plantés avec du cépage Concord bouturé en 2021. Positionné sur l'ubac en fond de vallée, son orientation est nord-ouest sud est, avec un angle de 133°. A l'est sur le rang de piquet elle est plantée en potimarron qui couvre la butte adjacente, d'un rang de framboisier, puis de deux rangs de pomme de terre Sarpo Blue Danube. Collées à la treille mais sans vigne au-dessus, on retrouve deux rangs de pomme de terre Sarpo Kifli cultivées dans les mêmes conditions.

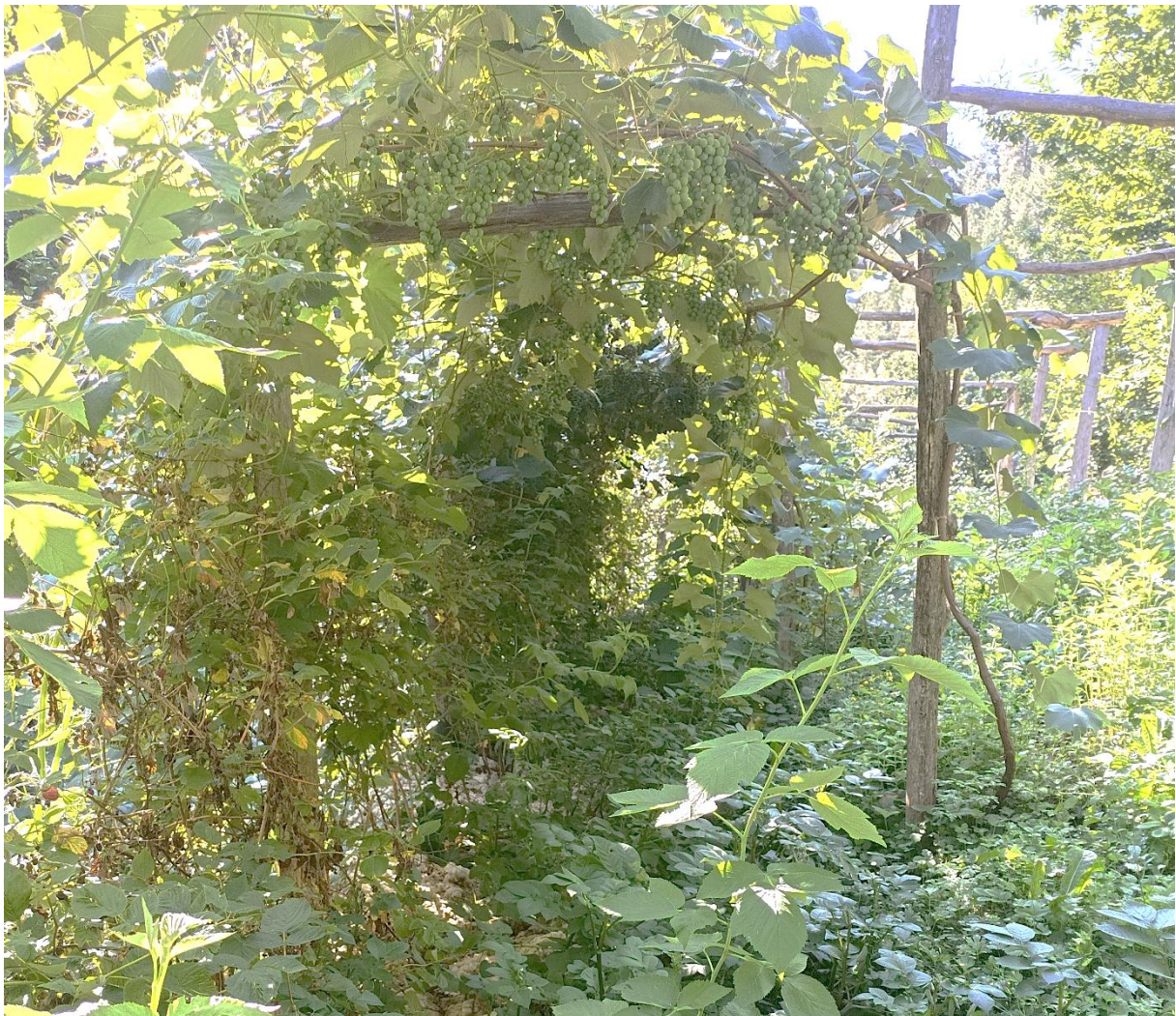


Figure 1. Association de vigne concord et pomme de terre à Chamborigaud, juin 2025

Le Chambon - Daniel Demateis

Le site est localisé sur les rives du Luech sur la commune du Chambon, au lieu-dit Charreneuve, sur le versant sud d'une vallée encaissée d'orientation est-ouest, voyant très peu le soleil en hiver (20 minutes).

Plusieurs treilles sont entretenues par le propriétaire, dont une sélectionnée de dimension 6m*10m (plus grande longueur en est-ouest), 2 m de haut, constituée de Clinton et Isabelle principalement, de différents âges. La treille est bâtie en châtaignier (figure2).

La configuration de cette treille est assez hétérogène, le côté est étant occupé par les ceps les plus anciens, le flan ouest par les plus jeunes de 2 ou 3 ans. Le propriétaire a cultivé des PMT durant les premières années de vies de la treille mais la densité du feuillage ne le permet plus aujourd'hui, il plante donc uniquement des légumes d'hiver (rave, navet) et de printemps en primeurs type salades, ou pomme de terre.



Figure 2. Treille suivie du Chambon à Charreneuve et équipement microclimatique, mars 2025.

Aujaguet - Gilbert Bischeri



Figure 3. Treille suivie à Aujac et équipement microclimatique, mars 2025.

Treille conservatoire en forme de « U » (figure 3), dont le segment du bas est orienté sud-ouest / nord est avec un angle de 45°. La diversité de l'âge et des cépages entraîne une forte hétérogénéité de couverture. Cette treille n'est pas cultivée dessous. Elle est constituée de bois de châtaignier et autre feuillus, de hauteur 2m et large d'1 m. Les sondes ont été disposées sur l'axe est-ouest, sur les piquets de treilles situés au nord, de manière à mesurer l'ombrage maximale fourni par la treille.

Altier - Jean-Benoit Goulabert

Située à Combret, commune d'Altier, le site comporte plusieurs treilles en châtaignier de différents âges, les premières plantations étant de 2016. Le terrain est à flanc de montagne sur pente douce, exposé sud-est selon un angle de 35 à 45°, les treilles mesurent 2m de haut et sont profondes de 3 à 6 m environ. Les sondes ont été disposées sur l'axe est-ouest, sur les piquets situés au nord, de manière à mesurer l'ombrage maximale fourni par la treille. La présence potentielle de ruminant sur la parcelle a contraint le placement des sondes témoins sur un piquet situé sur la face sud de la treille (figure 4).



Figure 4. Treille suivie à Altier et équipement microclimatique, mars 2025

2.4 Suivis de cultures

Pomme de terre variétés « Sarpò Blue Danube » et « Sarpò Kifli »

Le rendement par plant a été mesuré en 2024 à Chamborigaud en comparaison d'un témoin sans treille, sur 3 placettes de 2m linéaire et 2 rangs sous treille et 3 placettes dans les rangs témoins. Les deux variétés suivies sont la Sarpò Blue Danube et Sarpò Kifli (figure 5), résistantes au mildiou et destinées à l'autoconsommation, plantées en avril avec un espacement de 40cm sur la ligne et 50 cm entre les lignes. Les pommes de terre sont paillées à la laine de mouton, et fertilisées avant plantation au fumier ovin composté. Sur chaque placette, l'ensemble des tubercules a été compté, récolté et pesé afin d'obtenir le rendement linéaire moyen et le poids moyen par placette (figure 6). Robin Delahaye a également pesé l'ensemble de la récolte par ligne pour l'ensemble des vignes, framboisiers et pomme de terre.



Figure 6. Récolte de pomme de terre Sarpò kifli sous la treille de Chamborigaud en 2024.



Figure 5. Culture adjacente de pomme de terre servant de référence hors treille à Chamborigaud. Octobre 2024.

2.5 Analyses statistiques

L'ensemble des analyses et graphiques a été réalisés sous R v4.0, les graphiques représentent les moyennes et écarts-types, et ont été réalisés avec ggplot2.

3 Résultats

3.1 Résultats agronomiques

Pomme de terre 2024

Les pomme de terre ont été plantées au printemps (avril) et récoltées le 1^{er} octobre 2024. L'ensemble des tubercules ont été pesés, quel que soit le calibre.

Tableau 1. Nombre moyen de tubercule et poids en g par placette

PLACETTE	NB MOYEN	POIDS MOYEN	POIDS / M LINEAIRE
A	8,2	122,8	299.5
B	7,2	117,44	293
C	13	182,58	570.5

Le nombre moyen de tubercule par plants et par placette oscille entre 7 et 13 (Tableau 1), le poids moyen récoltés par mètre linéaire entre environ 300 g (A et B) et 570g (C), avec un poids moyen estimé de 15g par tubercule. La moyenne de pomme de terre récoltées par mètre linéaire pour la treille Concord est de 387.9 g, pour une récolte totale de 15 kg sur 25m.

Tableau 2. Récolte en kg des différentes cultures associées à chamborigaud

Culture / Année	2023	2024	2025
Pomme de terre	20	15	Pas de culture
Raisin Concord	45	80	135
Framboise	25	30	15

En planche Sarpo Kifli adjacente, cultivé sans vigne, le nombre de tubercule moyen est de 9 pour une récolte par mètre linéaire de 1.07 kg, soit 2 à 3 fois plus que sous treille. Une troisième ligne de Sarpo Blue Danube sans treille a été récoltée, avec en moyenne 9 tubercules pour 912.7g par mètre linéaire.

En complément, Robin Delahaye a récolté 30Kg de framboise et 80kg de raisin concord en 2024, contre 25 kg de framboise, 45kg de concord et 20kg de patates en 2023 (Tableau 2). La pomme de terre a été remplacé par un test de rhubarbe en 2025, dont le cycle est précoce au printemps. Les plants n'ont pas été suivis mais se sont bien acclimatés.

3.2 Résultats microclimatiques 2024

L'analyse des résultats des suivis microclimatiques pour juillet, août et septembre montrent un effet fort de l'orientation de la vallée sur le microclimat général, les températures les plus élevées étant systématiquement plus élevées en adret, y compris de nuit, en comparaison de l'ensemble des sondes situées à l'ubac en fond de vallée. Les températures les plus élevées sont observées à l'adret avec 36°C 16h (figure 7 et 8)

L'analyse des températures à l'adret (treille tomate) montre des températures inférieures sous treilles en comparaison du témoin d'environ -0.5°C de 17h à 10h, et des températures similaires au témoin de 10h à 16h en juillet et aout.

A l'ubac sous treille Concord, la température de l'air est supérieure d'environ 0.3°C entre 17h et 10h de juillet à septembre, et inférieure d'environ 0.7°C entre 10h et 17h en juillet et aout.

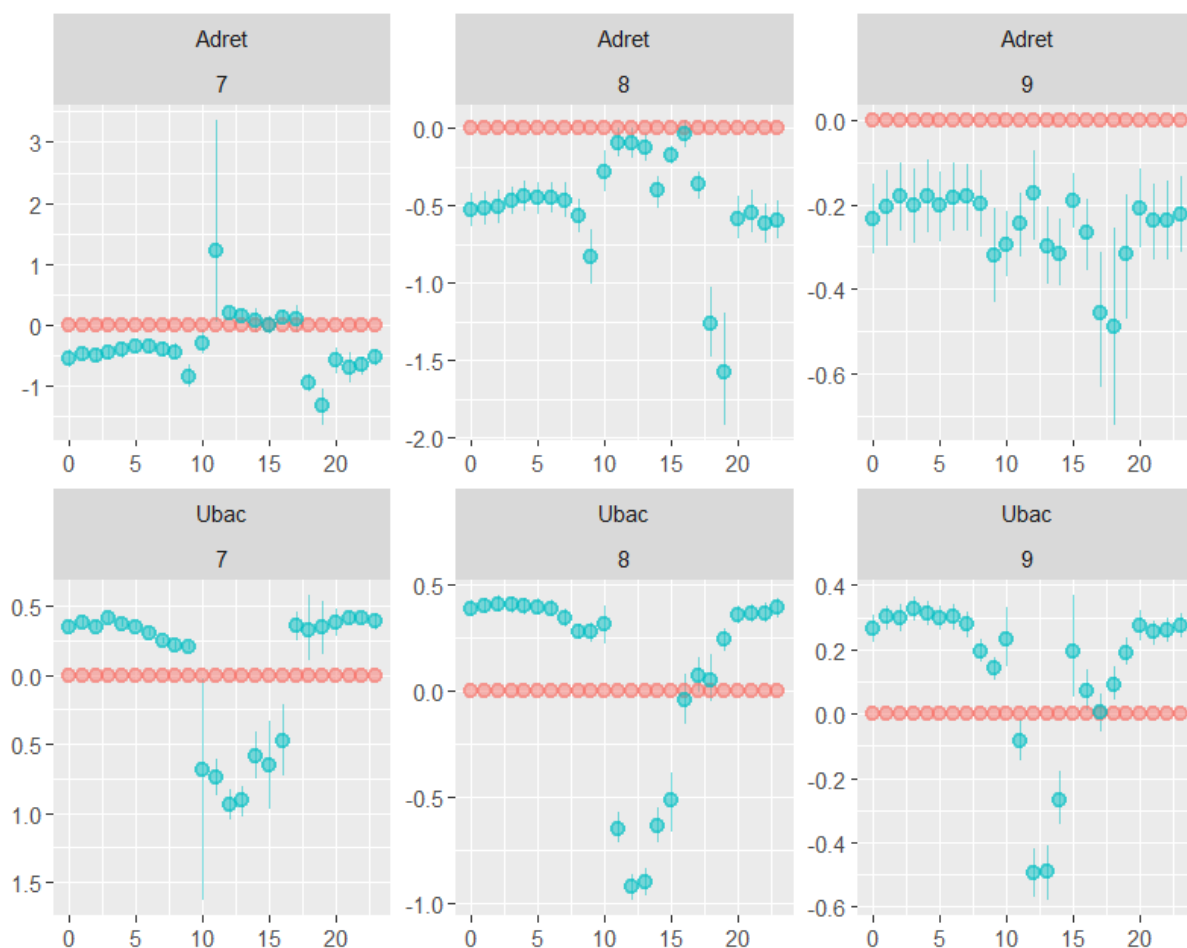


Figure 7. Ecart de température en $^{\circ}\text{C}$ entre treille (bleu) et témoin faisant référence (rouge) en fonction de l'exposition (Adret ou Ubac) et de l'heure de la journée (de minuit à 23h), les mois de juillet, aout et septembre (7,8,9).

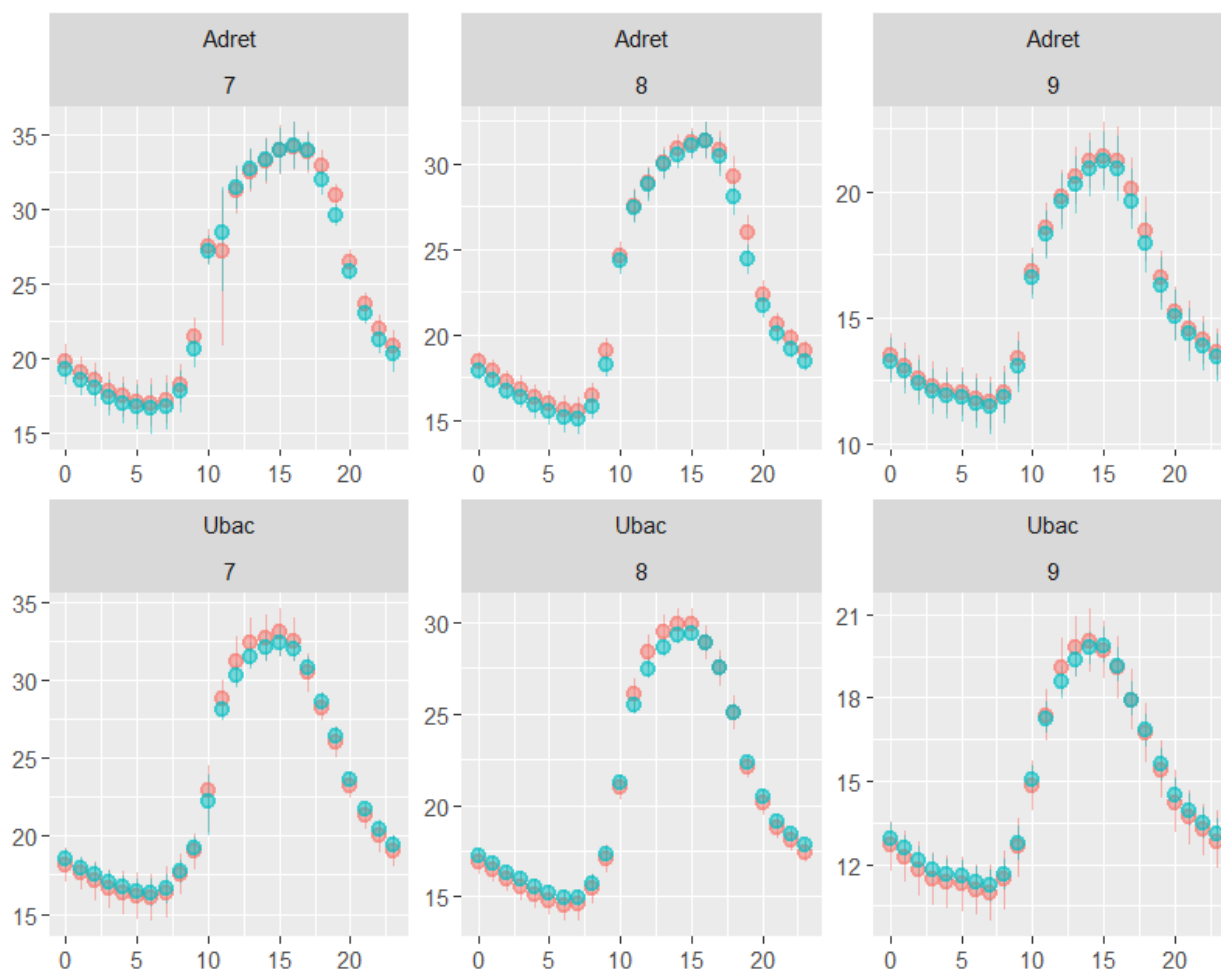


Figure 8. Moyenne de température en °C sous treille (bleu) et en témoin (rouge) en fonction de l'exposition (Adret ou Ubac) et de l'heure de la journée (de minuit à 23h), les mois de juillet, août et septembre (7,8,9).

L'analyse de l'ouverture de canopée mesurée sur 4 points sous la treille Concord en septembre montre une fermeture de canopée de 82%, très homogène entre les points (entre 0.80 et 0.85). Le rayonnement (figure 9) est drastiquement réduit sous treille Concord d'environ 90% en comparaison du témoin. A l'adret sur la treille tomate, cette réduction est de 25% uniquement. A noter que l'ensoleillement du témoin ubac et de la treille tomate ont été très sensiblement identiques sur la période de mesure.

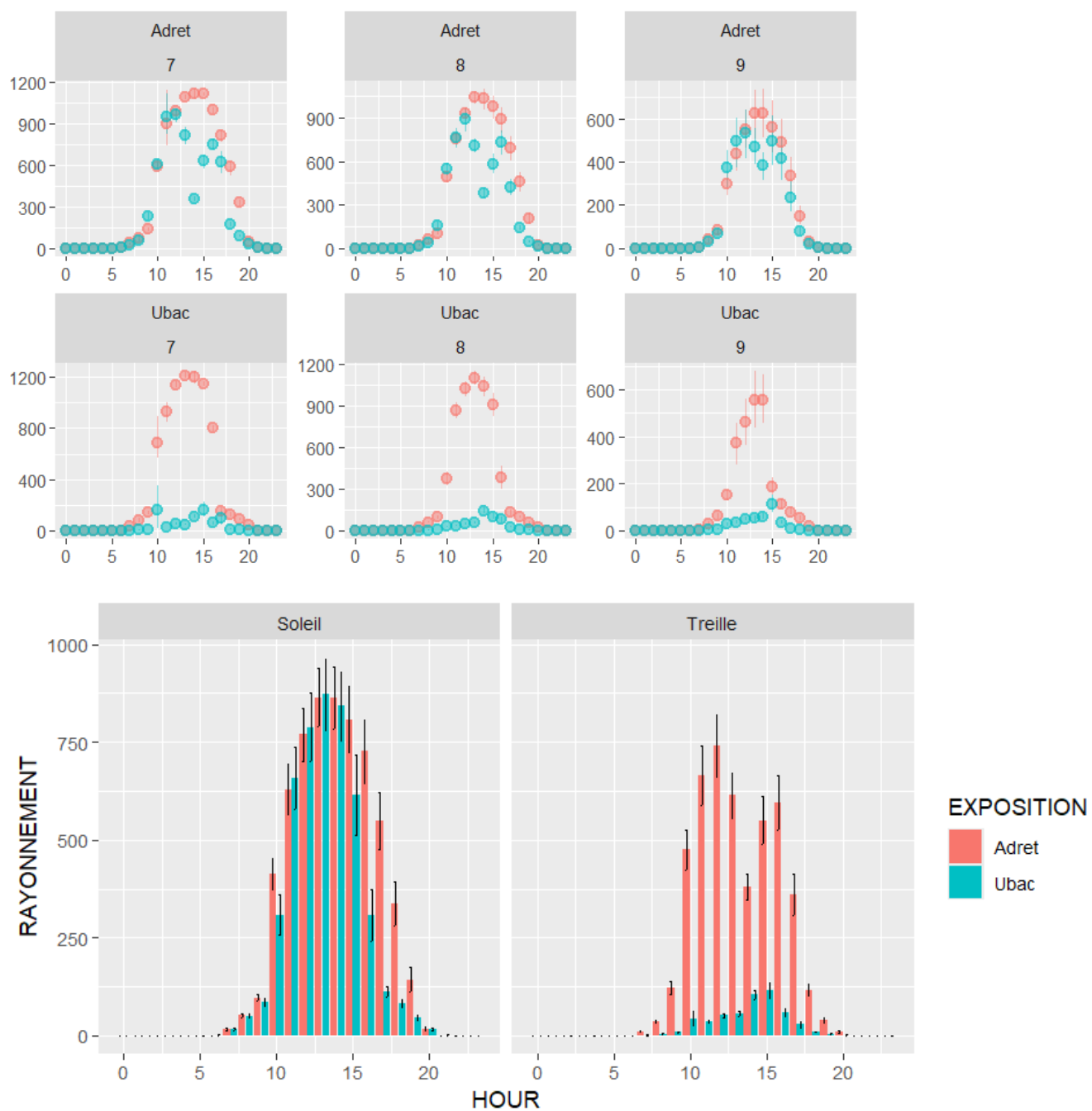
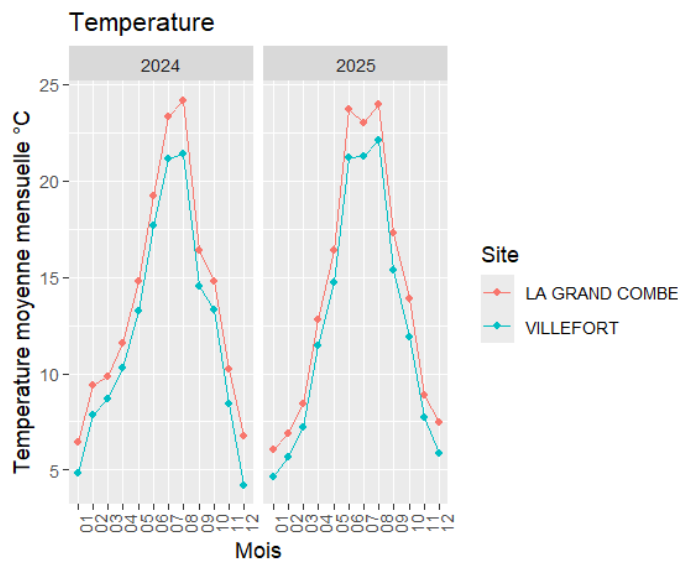


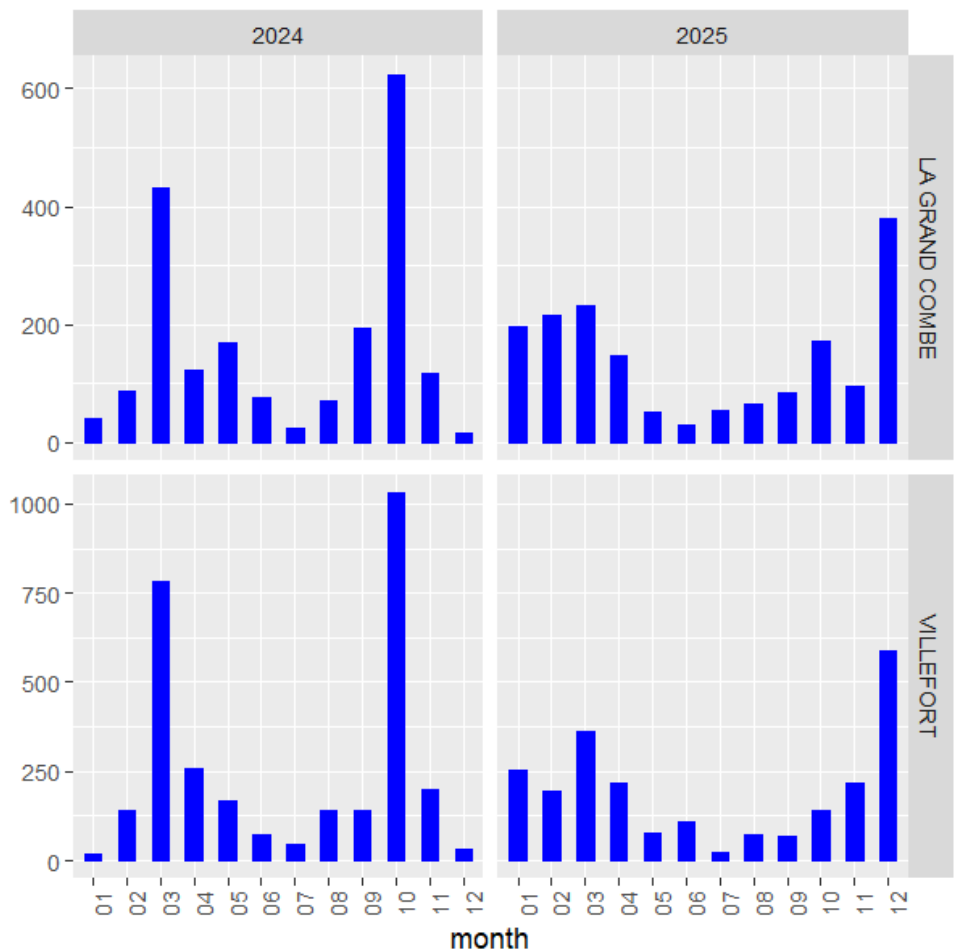
Figure 9. Rayonnement en $\mu\text{mol}/\text{cm}^2$ en fonction de la situation (Adret / Ubac) et du mois : juillet, août, septembre (haut) et rayonnement total en fonction de l'exposition et de la présence de treille (bas)

Soleil
Treille

3.3 Résultats microclimatiques 2025



Les données météoFrance pour l'année 2025 montrent une année particulièrement pluvieuse en hiver avec une absence de forte contrainte hydrique estivale (125 mm en juin, 70 en aout). Les températures moyennes sur les stations de Villefort et La Grand combe montrent un pic de température moyenne autour de 23-24°C entre juillet et aout en 2024 et 2025, et des températures moyennes journalières systématiquement inférieures en dehors de cette période.



L'analyse des photos hémisphériques (exemple figures 11 et 12) montre des situations contrastées entre les localités, les sites du Chambon et de Chamborigaud étant les plus encaissés, **les situations témoins** (sans treille) ont une ouverture proche de 50% du fait du relief et de la végétation environnante. Le site d'Aujaguet est le plus ouvert, tandis qu'à Altier la végétation environnante (grands arbres situés à proximité diminuent légèrement l'ouverture du site de 90 à 75% après débouillage de la végétation (figure 10).

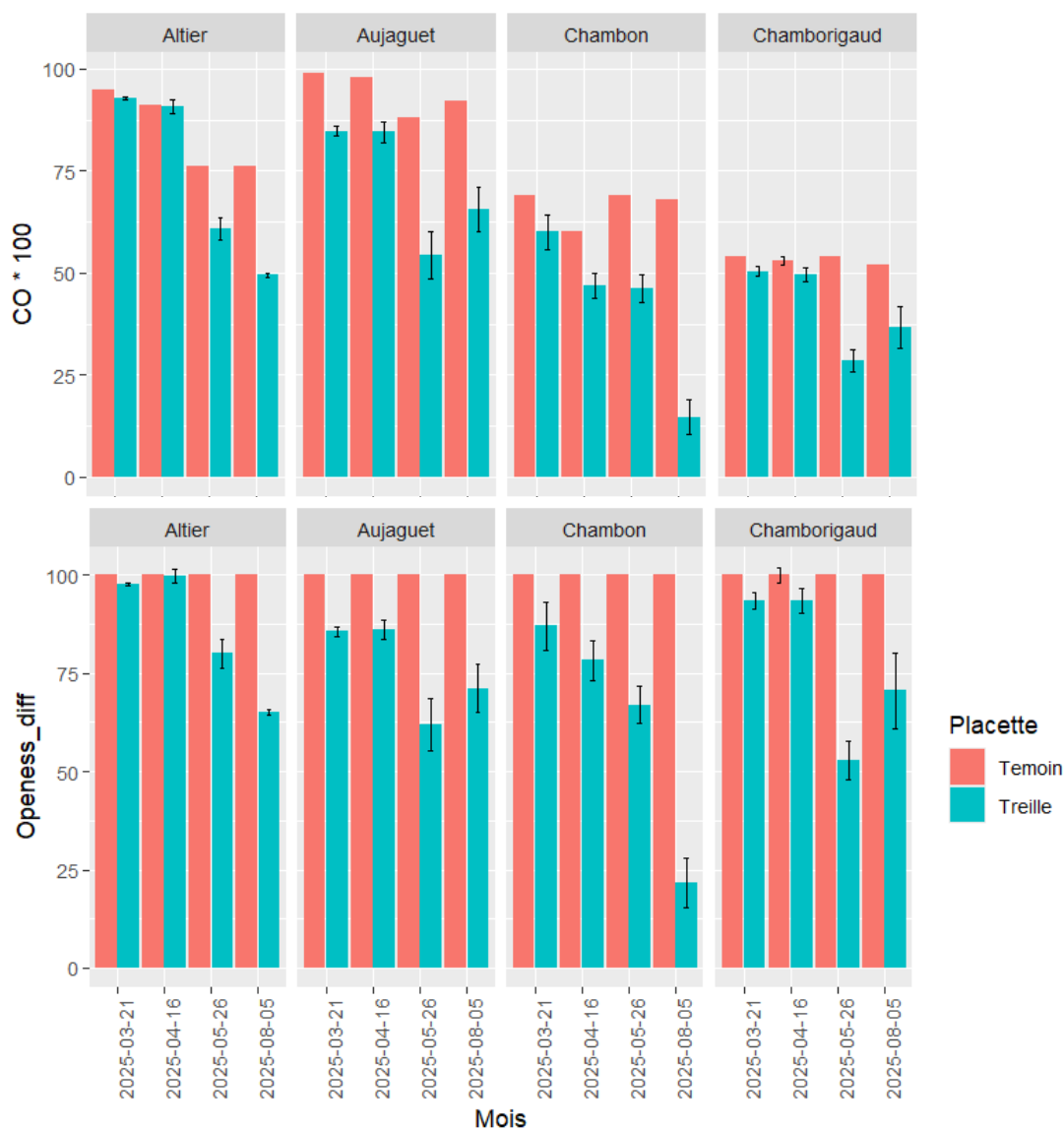


Figure 10. Ouverture de canopée en % (haut) et différence d'ouverture en % (bas) entre treille (bleu) et témoin (rouge) en fonction du site et de la date de prise de photographies hémisphériques.

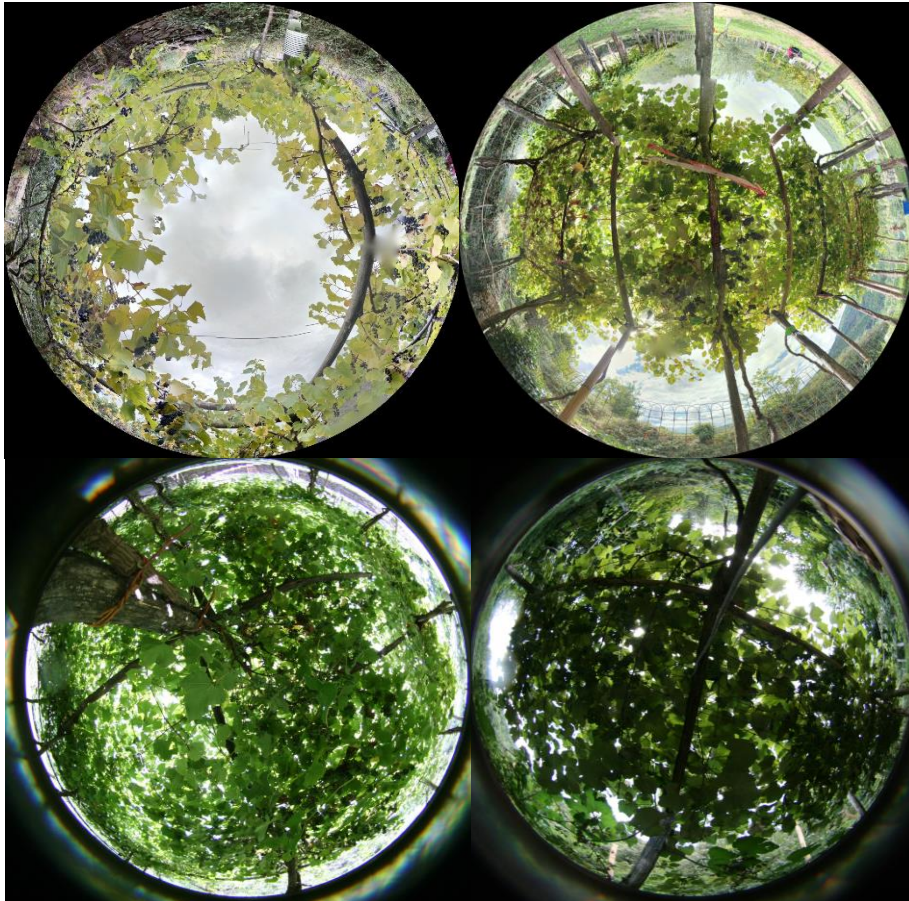


Figure 11. Photographies hémisphériques sous treilles, de haut en bas et de gauche à droite : Altier, Aujaguet, Le Chambon, Chamborigaud

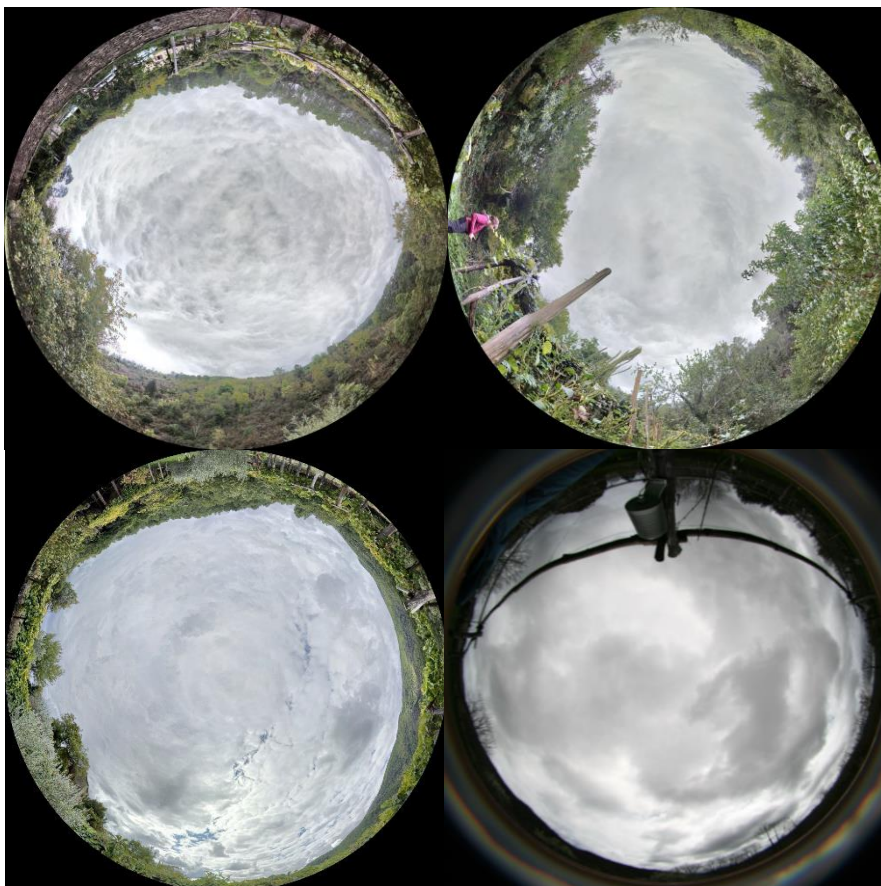


Figure 12. Photographies hémisphériques des témoins, dans l'ordre de haut en bas et de gauche à droite : Le chambon, Chamborigaud, Aujaguet, Le Chambon, Altier

Sous treille, les sites les plus ouverts sont Aujaguet et Altier (> 50% après débouillage de la vigne), puis Chamborigaud (30%) et le Chambon (12.5% en aout). La dynamique de fermeture est similaire dans les trois sites d'Aujaguet, Chamborigaud et Altier, avec une fermeture de canopée qui évolue peu après aout, tandis que la fermeture est maximum en Aout au Chambon.

Tableau 3. PAR total reçu par sonde sous treille et exprimé en % en comparaison de la lumière reçue en témoin sur l'ensemble de la période de mesure.

Site	Situation	PAR	% Témoin
Chambon	Soleil	60379.43	29.46
	Treille	17792.44	
Aujaguet	Soleil	65462.75	38,0
	Treille	24932.26	
Chamborigaud	Soleil	43790.42	41.4
	Treille	18138.66	
Altier	Soleil	57509.74	65.0
	Treille	37416.32	

En comparaison au témoin de chaque site, on observe 50% de lumière disponible de juin à aout sur le site d'Altier, 25% sur le site d'Aujaguet, 12,5% sur le site de Chamborigaud, moins de 10% sur le site du Chambon. L'ensoleillement total (tableau 3) de chaque site n'est pas comparable dans ce tableau car les durées d'acquisition ont pu légèrement varier à cause de problème de défaillance matérielle des sondes.

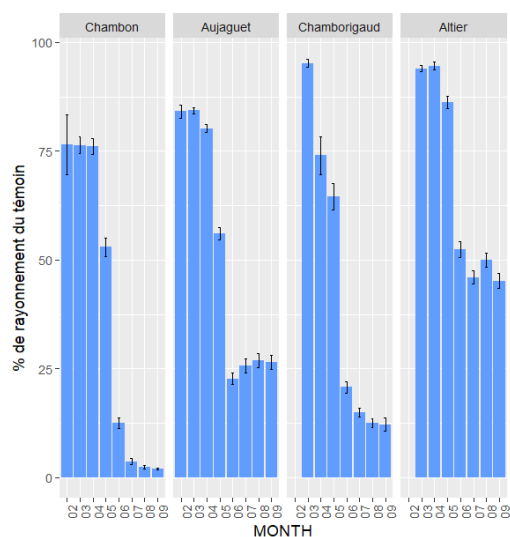


Figure 13. Lumière reçue exprimée en pourcentage en comparaison du témoin, en fonction du site et du mois (de février :2, à septembre :9).

L'étude de la variabilité intra journalière du PAR en comparaison du témoin montre différentes dynamiques entre les sites : très peu variable au Chambon et Altier, plus variable à Aujaguet (pic de lumière le matin et le soir) et Chamborigaud avec un maximum 50% de la lumière disponible

en fin de matinée et seulement 15% en fin de journée.

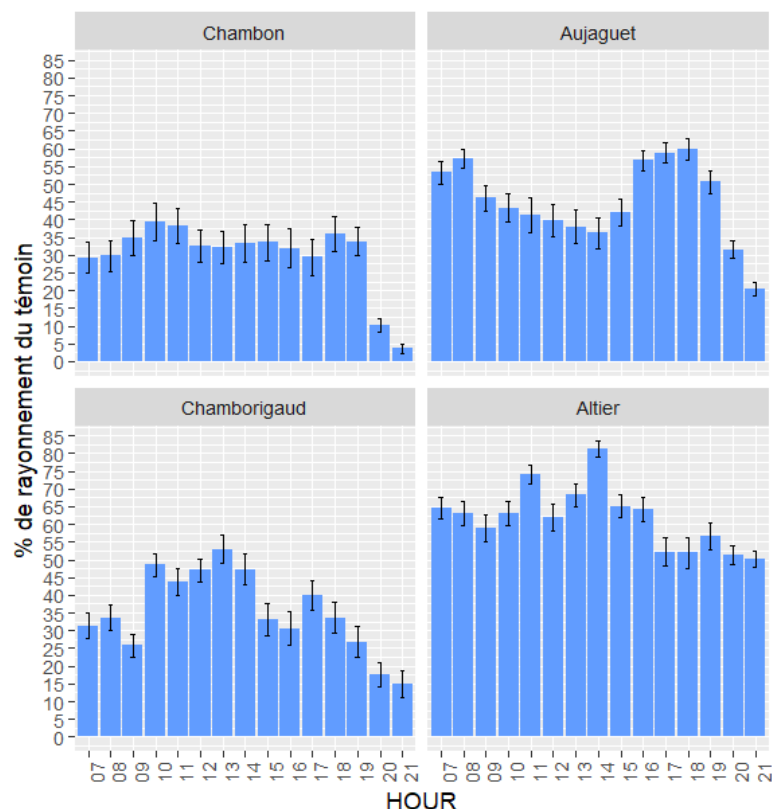


Figure 14. Différence de lumière disponible reçue sous treille en comparaison au témoin, par site et heure sur l'ensemble de la période d'étude.

L'analyse de l'effet des treilles sur la température de l'air (figure 14 et 15) montre en moyenne des températures inférieures de 0.3 à 0.8°C sous treilles sur les sites d'Aujaguet, Chamborigaud et du Chambon. Sur le site d'Altier, c'est un effet inverse avec une température en journée supérieure de 0.5°C en moyenne sous treille en comparaison du témoin. De nuit, les températures supérieures sous treille de 0.1 à 0.4°C, et inversement à Altier.

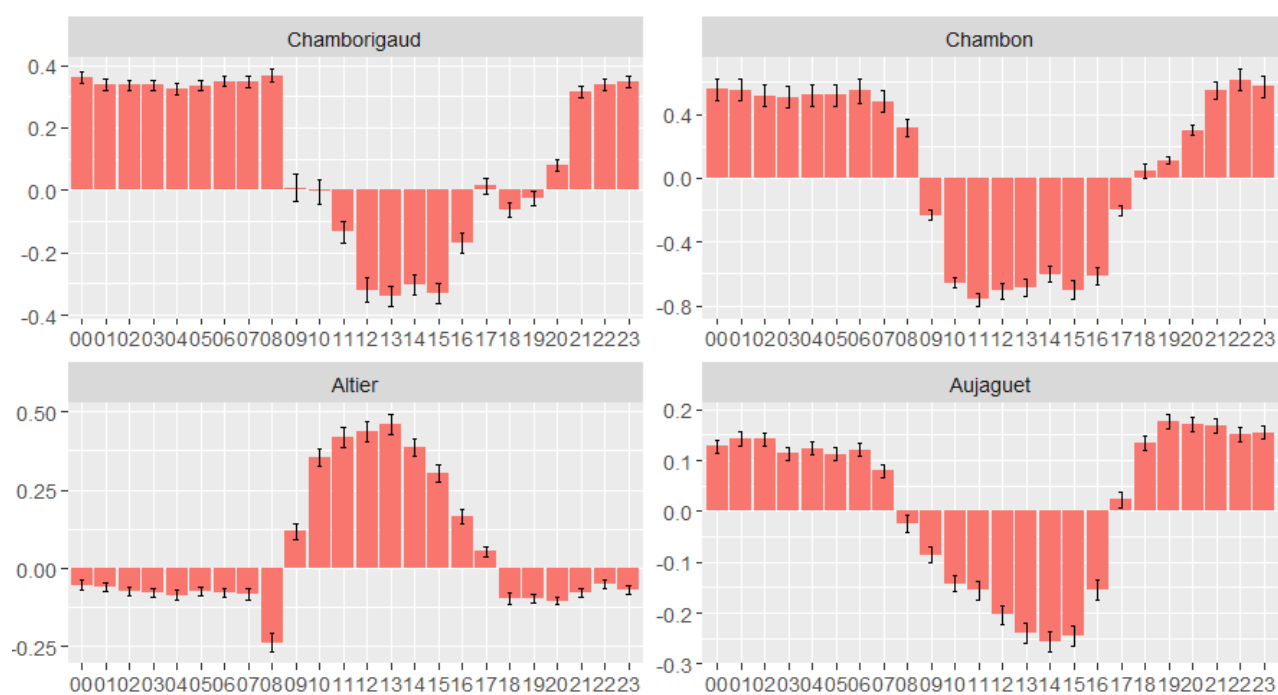


Figure 15. Différence de température au témoin en fonction du site et de l'heure de la journée.

3.4 Modélisation

Tableau 4. Pourcentage de lumière en comparaison du témoin en fonction de l'orientation et de la largeur de treille en mètre. NS = axe Nord-Sud, EO = axe Est-Ouest

Scenario	Largeur	Min	Max	Moyenne	Médiane
NS	1.5	64	75	70	70
NS	3.2	48	59	52	52
EO	1.5	31	57	39	37
EO	3.2	20	57	39	37

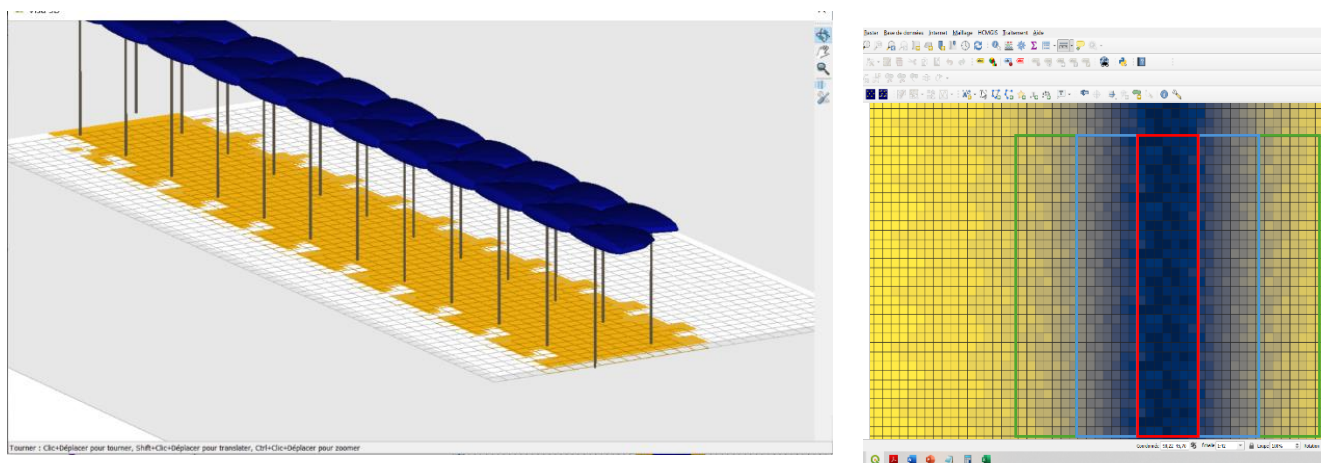


Figure 16. Illustration de la modélisation de la treille NS dans Capsis à gauche, traitement sous QGIS à droite. Les tons sombres correspondent à l'intensité lumineuse minimale.

L'analyse de la modélisation SamsaraLightLoader sous Capsis (figure 16) montre de forts écarts entre les scénarios (tableau 4) :

- L'orientation joue un rôle déterminant, la moyenne de lumière disponible au centre de la treille en comparaison d'un témoin sans treille est inférieure en Est-Ouest de 30% pour la largeur 1.5m, et de 13% en 3.2m.
- La largeur de la treille influence également fortement l'ensoleillement en son centre mais uniquement pour la modalité nord-sud (-18%).

La comparaison s'effectuant à surface égale (rectangle central d'1.5m de large), l'ensoleillement total de la surface des scénarios 3.2m n'a pas été mesuré ici.

Pour le modèle NS1.5, le calcul de la lumière disponible a été réalisé pour les surfaces adjacentes situées à l'est et à l'ouest (Tableau 5). En moyenne, la perte est de 19% à l'ouest de la treille et de 16% à l'est sur la saison de culture.

Tableau 5. Pourcentage de lumière minimum, maximum, moyen et médian reçu sous treille en comparaison du témoin en fonction de la largeur de treille en mètre. NS = sous la treille, E = à l'est de la treille, O = à l'ouest de la treille. Obtenu avec des paramètres de porosité de 20%, et de rayonnement moyen mensuel pour le Gard en 2025.

Scenario	Largeur	Min	Max	Moyenne	Médiane
NS	1,5	64	75	70	70
E	1,5	71	92	84	85
O	1,5	68	90	81	81

Discussion

Microclimat

Le suivi de 4 treilles de différents âges en 2025 montre un gradient de disponibilité de lumière en fonction de la situation géographique, de l'emplacement et de la fermeture de canopée des treilles. Cette dernière oscille entre 30% (vignes dont l'âge > 10ans) et 65% (treille de 4 ans). En complément, les suivis en 2024 de deux versants montrent une diminution de 25% du rayonnement disponible à l'ubac en comparaison de l'adret sur le site de Chamborigaud.

Les diminutions de lumière disponible observées sous treille sont très variables au cours de la saison au sein d'un même site, ce qui s'explique par une diminution drastique de l'ouverture de canopée sur l'ensemble des sites à partir du mois de mai. La fermeture de la canopée des vignes se poursuit jusqu'en août selon les sites et la vigueur des treilles, comme au Chambon, situé en bord de rivière du Luech. On observe par exemple un très faible pourcentage du rayonnement disponible sur ce site en fin de saison, avec moins de 15% de la lumière totale pénétrant jusqu'aux sondes situées sous treille.

Une réduction de la température de l'air de jour est observée sous treille sur 3 sites sur 4. A Altier, les sondes sous treilles sont situées à proximité d'un mur en pierre sèche et en exposition sud, ce qui a probablement conduit à un échauffement de l'air à proximité, et une moindre ventilation des sondes. Cet effet sera probablement réduit à mesure de la croissance des vignes en été les prochaines années. L'effet tampon observé sur les autres sites est relativement limité, ce qui est peut-être dû à la faible ventilation de ces dernières, tandis que l'interception de la lumière par la vigne bien développée est très importante. Ainsi, les diminutions de températures de l'air sous treille sont de l'ordre de 1°C sous les treilles les plus denses et larges (Chambon, 10m x 7m), et de 0.5°C à Aujaguet (treille étroite et bien ventilée). Ces réductions limitées ne reflètent cependant pas la diminution de l'échauffement du sol et des organes végétatifs, qui peut être beaucoup plus important, et la réduction des stress hydriques qui n'ont pas été mesurés. L'ensemble de ces facteurs peuvent avoir des effets négatifs ou positifs selon les cultures étudiées.

Du point de vue agronomique, des réductions de lumière supérieures à 40% **à l'échelle régionale et en saison de croissance**, c'est-à-dire en situation de station de plaine sans obstacle, sont délétères pour la performance de plusieurs productions maraichères (Tomates, poivrons, pomme de terre, laitue, etc). A titre d'exemple, les suivis en système agroforestier réalisé par Agroof et ses partenaires aux terres de Roumassouze montre des pertes de rendements très importantes à - 61% de lumière disponible en comparaison de -43% (-50% versus -22% de production du témoin pour la tomate).

Ces résultats sont en partie confirmés par les suivis de pomme de terre réalisés à Chamborigaud en 2024. Sur la période d'étude pour les suivis de pomme de terre, la quantité de lumière reçue sous treille est faible en comparaison du témoin microclimatique, avec seulement 10% du rayonnement photosynthétique disponible, pour une ouverture de canopée mesurée de 18%. A noter que cette dernière mesure ne concerne que la fin de période de végétation, de juillet à septembre, et qu'une partie de la lumière est également captée par les framboisiers qui sont situés à l'est sous la treille.

On observe un rendement inférieur d'environ 60% sous treille Concord sur Sarpo blue Danube en comparaison de Sarpo Kifli et Sarpo blue Danube cultivées hors treille. La culture de pomme de

terre sous treille semble donc fortement diminuée en comparaison de situations moins ombragées. La ligne de Sarpo Kifli récoltée juste à côté, ne bénéficiait pas d'un plein ensoleillement, et ne constitue donc pas un témoin de culture pure, mais il est difficile de savoir si l'exposition de cette ligne était néanmoins limitante.

Cette baisse de rendement en comparaison de la ligne adjacente est cohérente avec la baisse observée par Robin Delahaye en comparaison de l'année précédente, la vigne étant en plein développement. Elle est cependant à mettre en relation avec les autres productions issues de la treille (framboise et raisin), qui ont également bénéficiées de la gestion de la fertilisation et de l'enherbement des pommes de terre, qui n'ont pas nécessité d'intervention après la pose du paillage. Les taux d'ombrages sont probablement trop importants pour obtenir une réhausse des rendements de pomme de terre dans le futur sans gestion particulière de cet aspect. Les treilles suivies ont montré un effet faible à modéré sur la température de l'air, qui pourraient cependant contribuer à diminuer des chutes de rendement en cas de pénurie d'eau et de chaleur intense. Les cépages hybrides sont relativement sensibles à la sécheresse, ce qui questionne également la question des bilans hydriques sous treille.

Vu le bon développement aérien observé sur pomme de terre, et la récolte complémentaire de framboise, il paraît opportun d'étudier des plantes nécessitant moins de lumière pour leur développement, cette dernière étant assez sensible à ce facteur à l'instar de nombreuses autres plantes maraichères. La culture en période de repos végétatif de la vigne est envisageable, à l'instar du site du Chambon ou des laitues sont cultivées avec succès en fin d'hiver.

Perspectives

Les simulations réalisées avec Capsis montrent que pour une treille d'1.5m de large, la perte de rayonnement sous treille augmente de 30% en orientation est-ouest comparé à nord-sud dans les mêmes conditions de fermetures. L'augmentation de la largeur de la treille augmente d'autant plus des pertes de lumières au centre de cette dernière dans le cas des alignement nord-sud (-20%), mais beaucoup moins en alignement est-ouest car la perte de lumière est déjà maximisée par l'orientation.

Les situations étudiées sont fréquemment dans des situations intermédiaires entre NS et EO. Des simulations complémentaires pourraient être réalisées pour comparer ces différents scénarios mais il est attendu que :

- En cas d'orientation nord-est sud-ouest, les pertes de lumières seront accentuées pour les heures après le midi solaire en comparaison d'un alignement nord-sud.
- Inversement en cas d'orientation nord-ouest sud-est, les pertes de lumières seront accentuées pour les heures avant le midi solaire en comparaison d'un alignement nord-sud.

En cas d'objectif de culture maraichère, une attention particulière lors de la conception devra prendre en compte l'exposition globale de la parcelle. Si l'alignement est globalement est-ouest, le recours principal pourrait être de limiter l'association dans le temps (uniquement les premières années de la treille, en période automne-printemps), ou de limiter l'emprise de la treille, par le choix des cépages (peu vigoureux), la taille et/ou la densité de plantation.

En alignement plutôt nord-sud, une largeur de treille limitée permet de maximiser la lumière disponible pour les cultures sous-jacente. L'effet de la treille se répercute néanmoins à proximité, ce qui doit être pris en compte dans l'aménagement (80% à 85% de la lumière disponible sur les

planches de largeur 1.5m situées à l'est et à l'ouest. Ces données sont issues de modélisation et devraient idéalement être complétées par des mesures *in situ*.

Dans un objectif de diversification de culture et d'optimisation de la surface, plusieurs cultures pourraient être testées, dont certaines le sont déjà avec de bons résultats par les participants du projet : framboise, rhubarbe, plantes aromatiques type menthe, mélisse, ou encore valériane officinale. Il faut souligner que l'entretien sous-jacent de la vigne par des cultures fertilisées et/ou irriguées peut fortement contribuer aux rendements de la vigne associée.

De nombreuses questions restent en suspens concernant le statut hydrique des vignes et cultures associées sous treille, la fertilité du sol et les performances technico-économiques de ce mode de culture. L'installation de compteurs d'eau réalisée sur différents sites du projet (Vabres, Chamborigaud, Calquières, Malhaussette) permettra à terme d'obtenir des résultats sur la consommation d'eau entre treille et culture témoin non ombragée.

Conclusion

Cette étude avait pour but d'étudier de manière exploratoire l'effet des treilles des Cévennes sur l'environnement de cultures en terrasse. Elle a permis de donner de premières références en termes de ressource lumineuse au cours de deux années de cultures, et d'illustrer l'effet potentiel des nombreux facteurs susceptibles d'influencer l'accès à la lumière et microclimat aérien des cultures. Les suivis de pomme de terre réalisés sur l'un des sites montrent la forte réduction de la production lors d'une trop grande fermeture du milieu. Des mesures complémentaires sur un plus grand nombre de sites et une culture modèle similaire seraient nécessaires pour obtenir des références plus robustes.

Bibliographie

Chevalier A. 1925. L'amélioration de la vigne en France et les Travaux de G. Couderc sur l'Hybridation et le Greffage (Suite et fin). In: Revue de botanique appliquée et d'agriculture coloniale, 5^e année, bulletin n°52, décembre 1925. pp. 926-945; doi : <https://doi.org/10.3406/jatba.1925.4353>

Gazol, A., Camarero, J.J., 2022. Compound climate events increase tree drought mortality across European forests. Science of The Total Environment 816, 151604. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.151604>

Lécuyer D. 2006. Les terrasses cevenoles : histoire et utilisation de l'espace. *Ét. Géogr. Phys.*, Supplément au n° XXXIII, Projet TERRISC.