

FEVRIER 2024

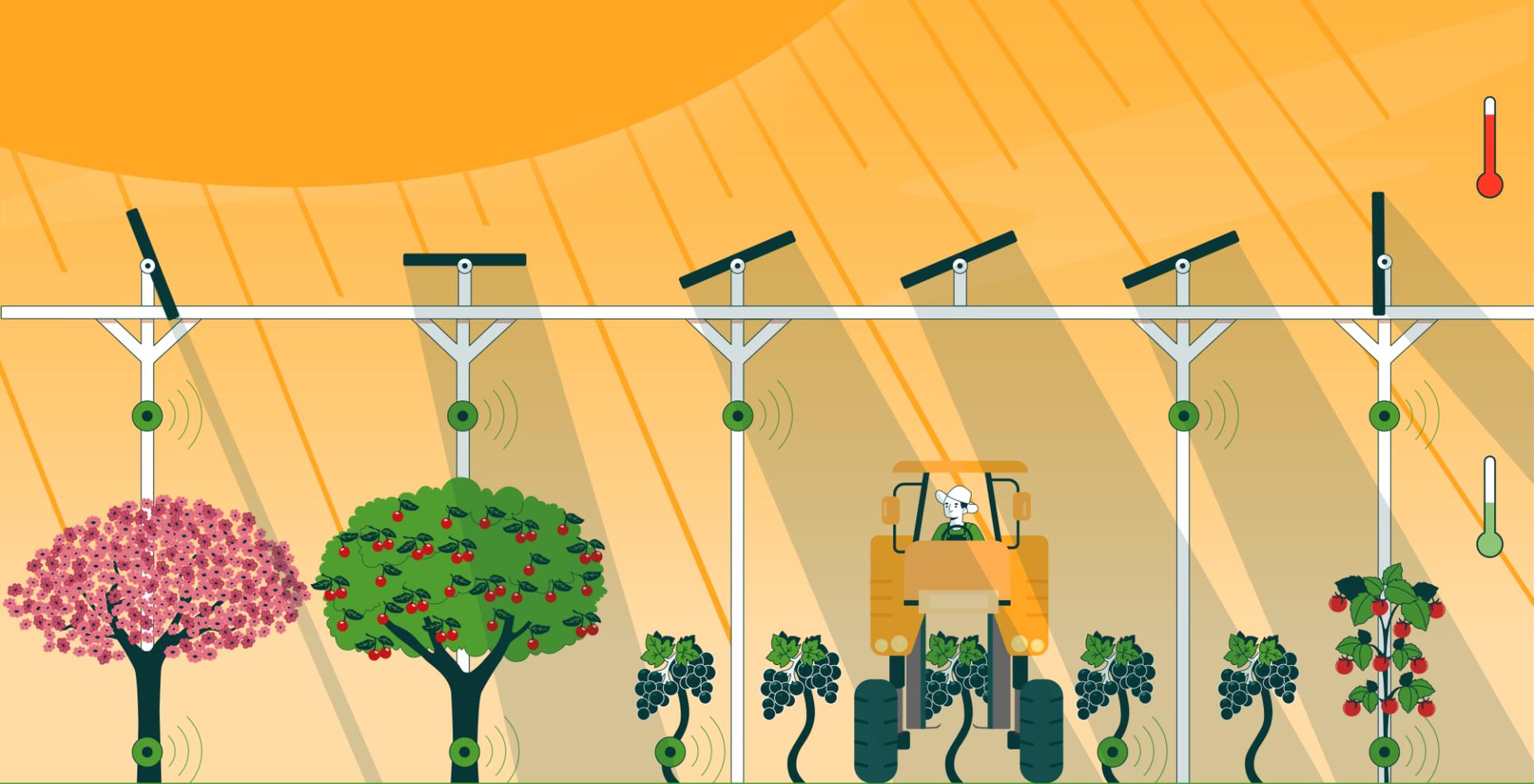
Actualités

sun Agri

Notre objectif : faire que l'agriculteur vive mieux et durablement de son exploitation agricole

1. Maintenir et augmenter la **quantité** (rendement)
2. Améliorer la **qualité**
3. Diminuer les **pertes et les risques**
4. Réduire les **dépenses et intrants**

... en agissant sur ces 4 leviers simultanément et en garantissant une **production d'énergie décarbonée à un coût compétitif**



Agrivoltaïsme - Pilotage de l'ensoleillement et des températures

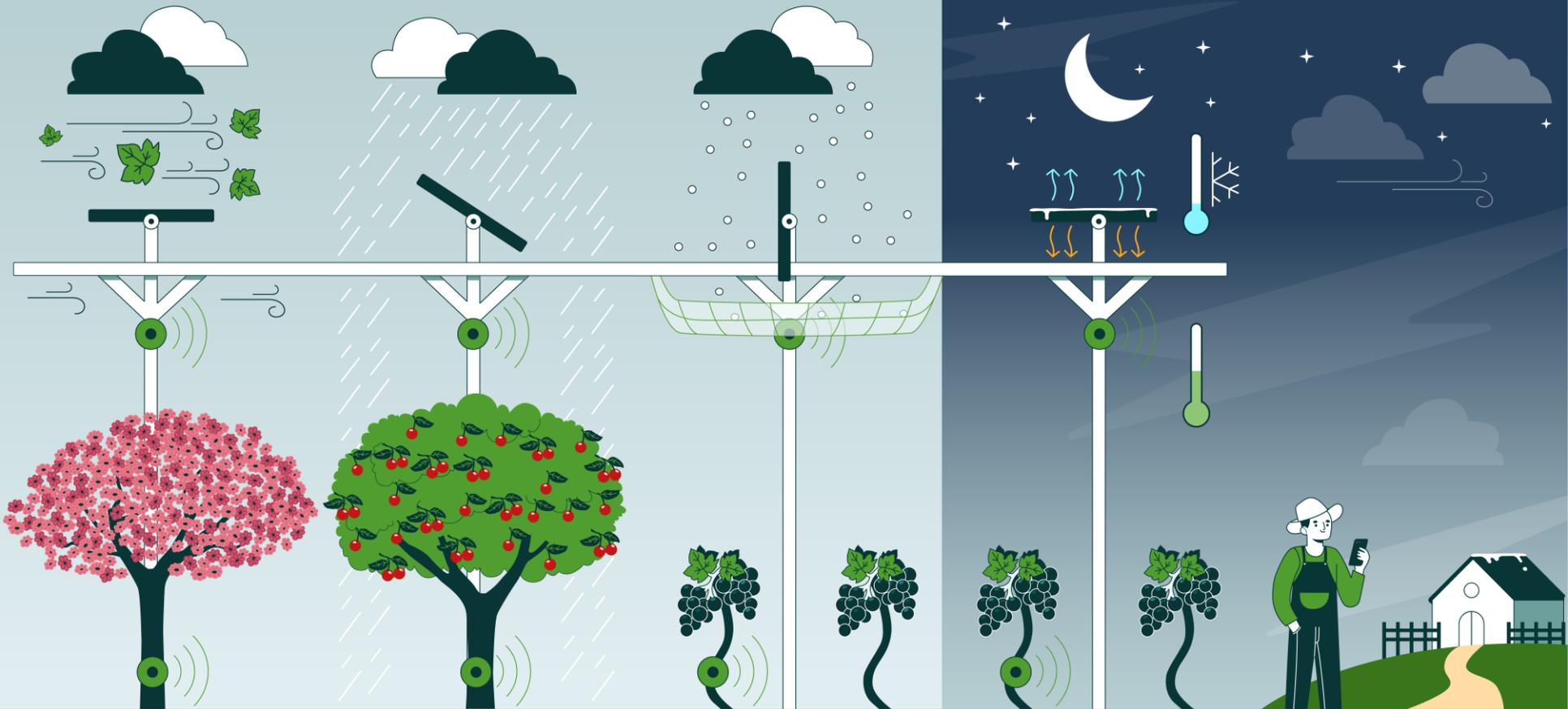
Vent violent

Forte pluie

Grêle

Gel

Suivi 24/24



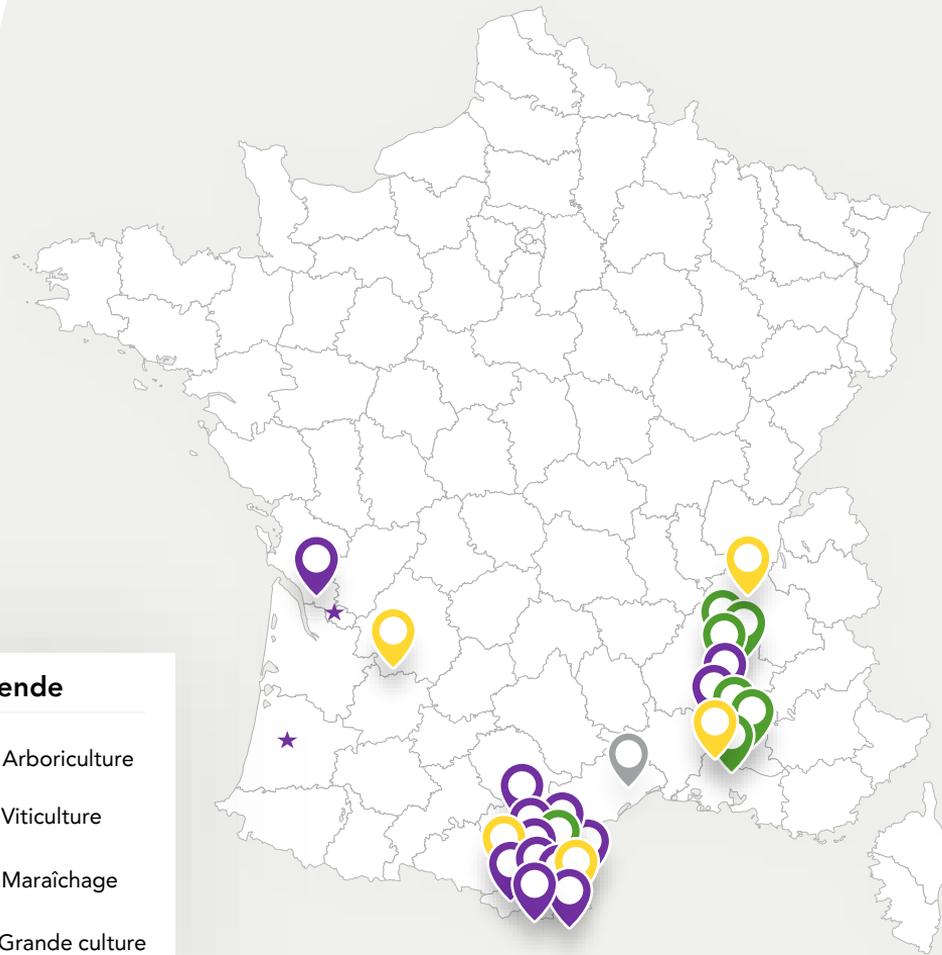
Agrivoltaïsme - Protection face aux aléas climatiques

Nos projets en France

34 projets sont construits ou en cours de construction en 2024

- 17 en **viticulture** (dont 2 partenaires)
- 9 en **arboriculture**
- 6 en **maraîchage** (dont 3 partenaires)
- 1 en grande culture

★ Sites en projets en viticulture



FEVRIER 2024

Résultats des campagnes précédentes

sun Agri

Résultats en viticulture

sites suivis par CA 84/66 et l'INRAE de Pech Rouge



Vigne sous agrivoltaïsme dynamique

R&D en viticulture depuis 2019



'Grenache noir'
Piolenc (84)

Suivi depuis 2019 par la
CA du Vaucluse

GCR = 75%



'Grenache B', 'Chardonnay', 'Marselan'
Tresserre (66)

Suivi depuis 2018 par la CA des PO

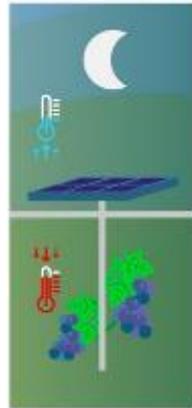
GCR = 37%

4.5 ha



Protection contre le gel

STRATÉGIE DE
PILOTAGE :
PANNEAUX À
L'HORIZONTAL LES
NUITS FROIDES



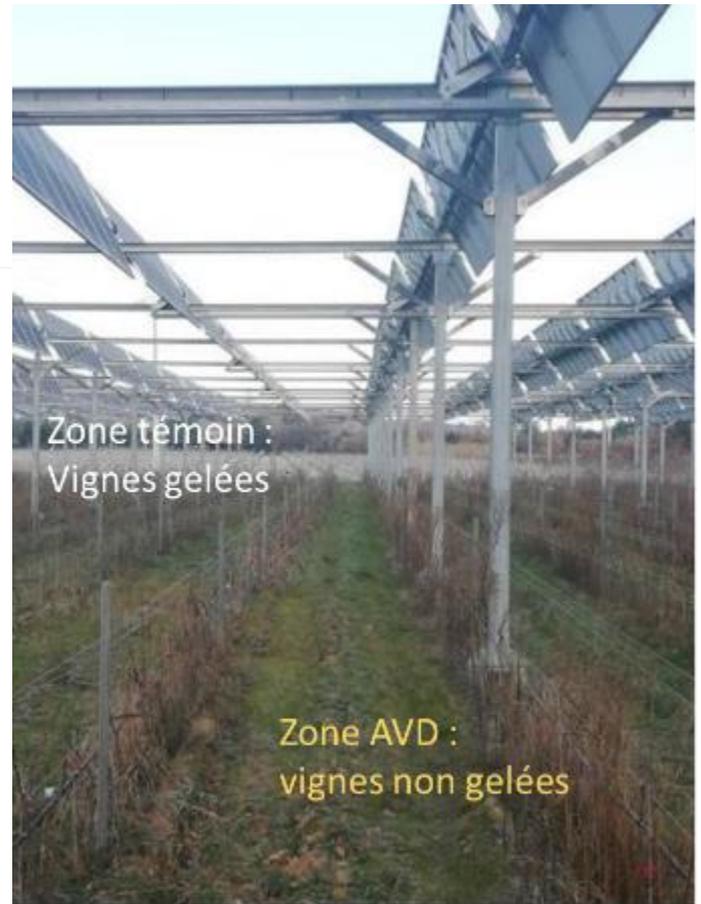
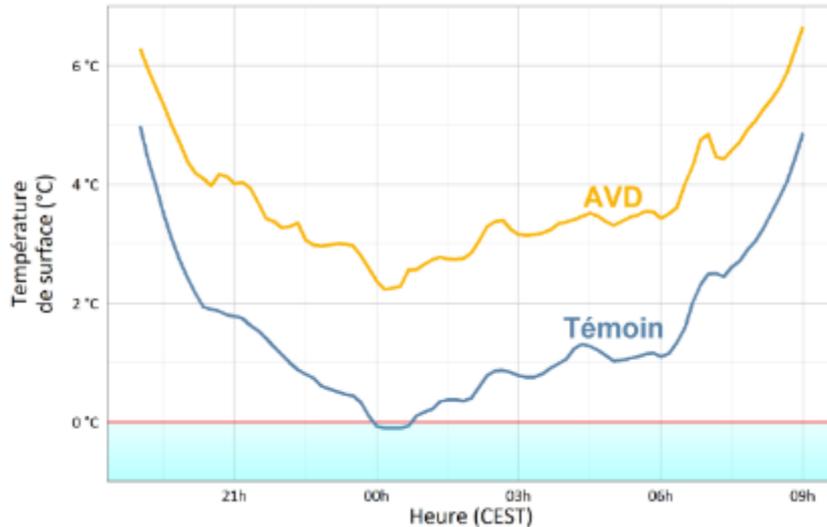
Protection contre le gel

Tresserre (66)

+2°C sous AVD

5/7 Épisodes de froid évités à Tresserre en 2020

Gel printanier - 27 Mars 2020



Vignes – Tresserre (66), 2020

Protection contre les vagues de chaleur

PROTECTION CONTRE LES RAYONNEMENTS ET LA CHALEUR : TRAKING SOLAIRE POUR OMBRER AU MAXIMUM LES PLANTES



Protection canopée



Piolenc (84) - 2022



Piolenc (29/07/2022)

Protection vagues de chaleur

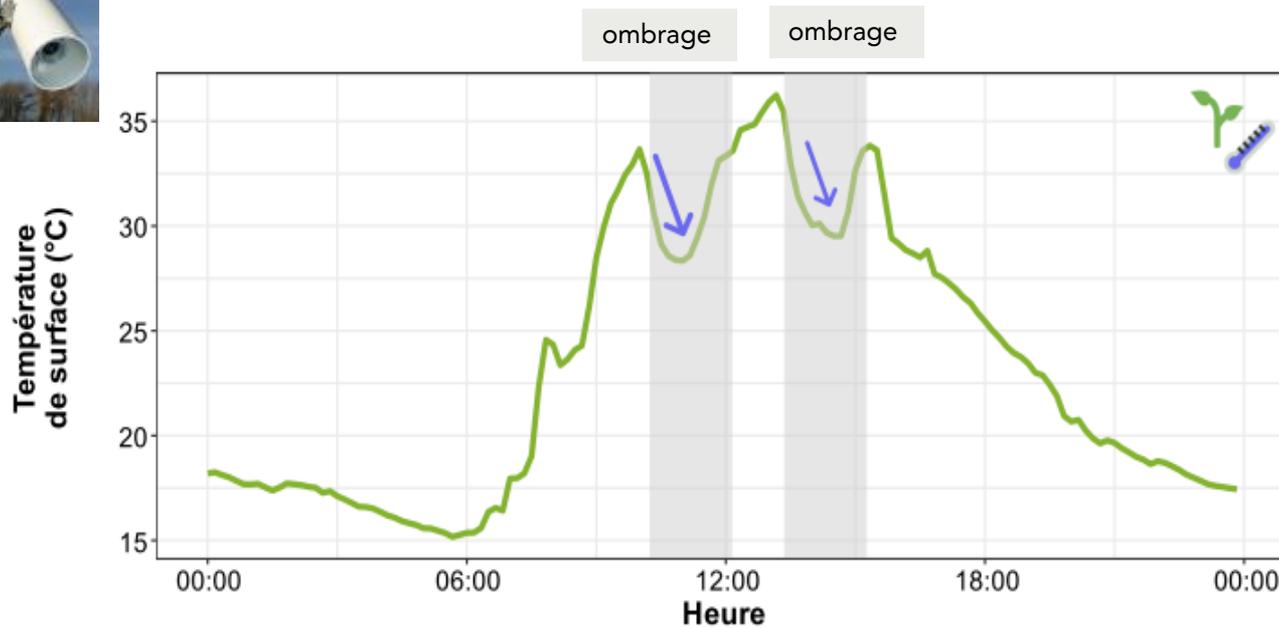
Piolenc (84) - 2023



29/08/2023

Protection contre le stress thermique

Pilotage des panneaux en persiennes intelligentes pour moduler l'ensoleillement direct
La température sur la surface des feuilles et des fruits peut baisser jusqu'à 10°C

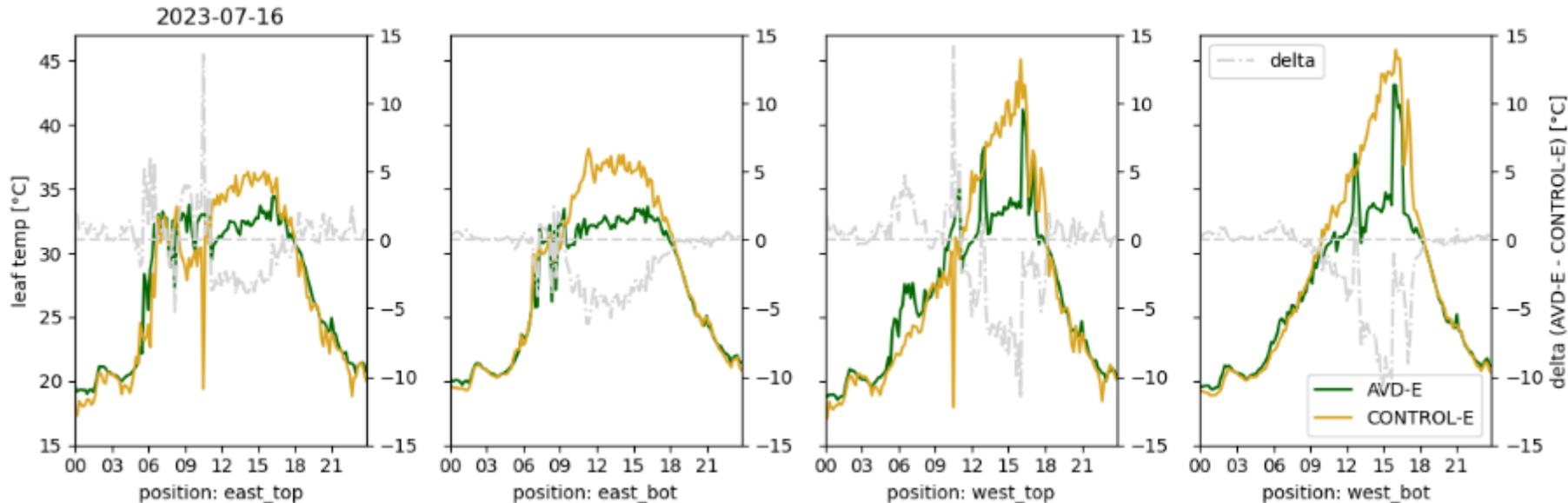


Source : Données capteurs Sun'Agri Tresserre

Protection Vague de chaleur

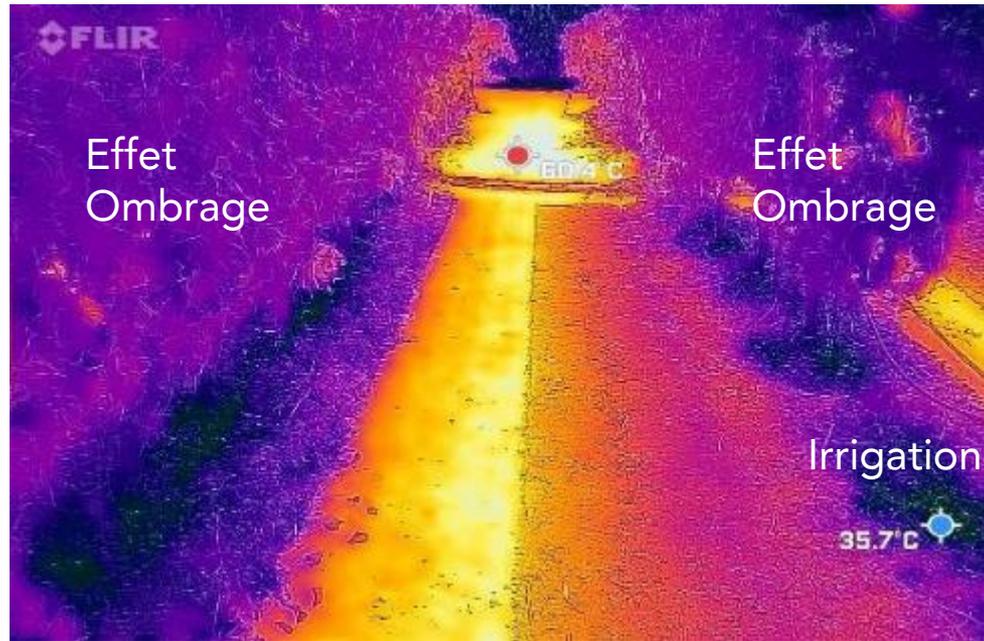
Piolenc (2023)

La température sur la surface des feuilles peut baisser jusqu'à 10°C



Protection contre le stress thermique

Prise de vue caméra thermique. Jaune : > 60°C Noir 35°C

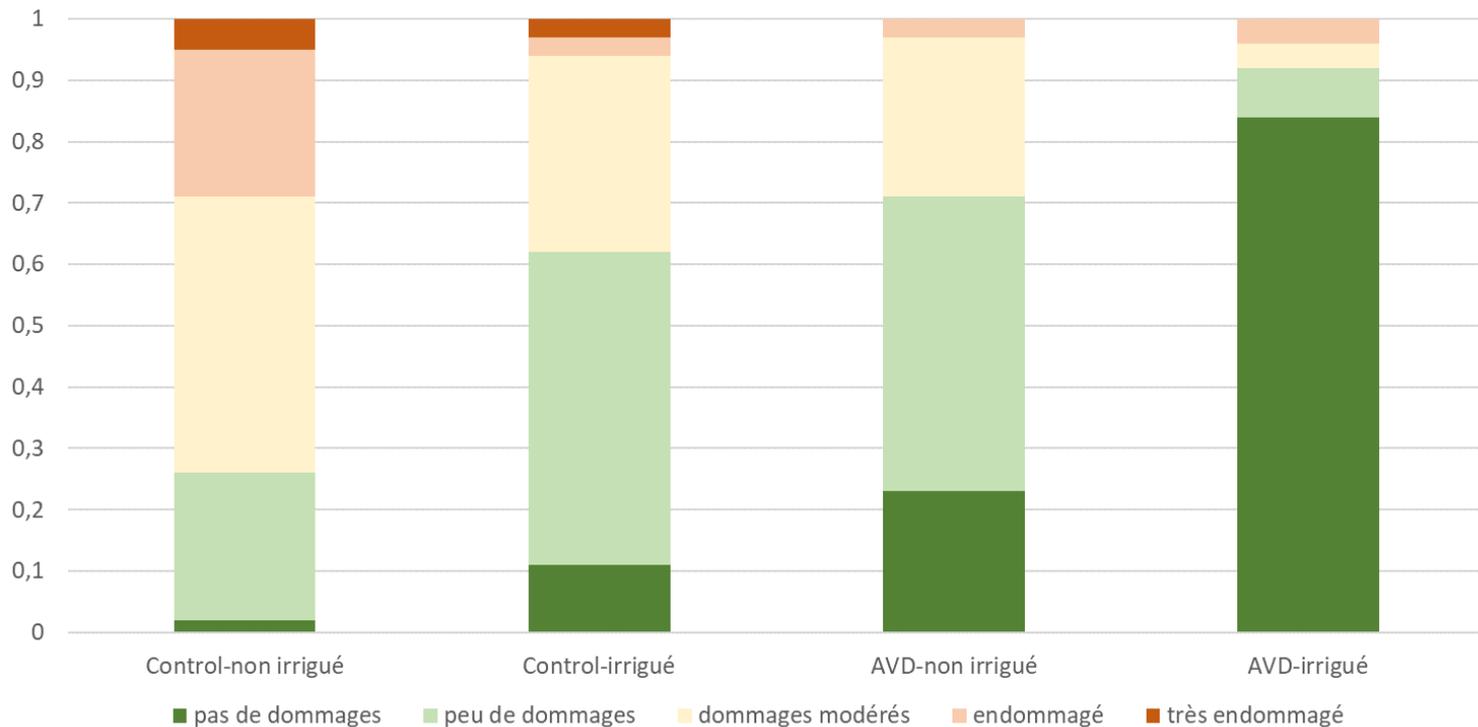


Des dommages limités en période de canicule, même en l'absence d'irrigation

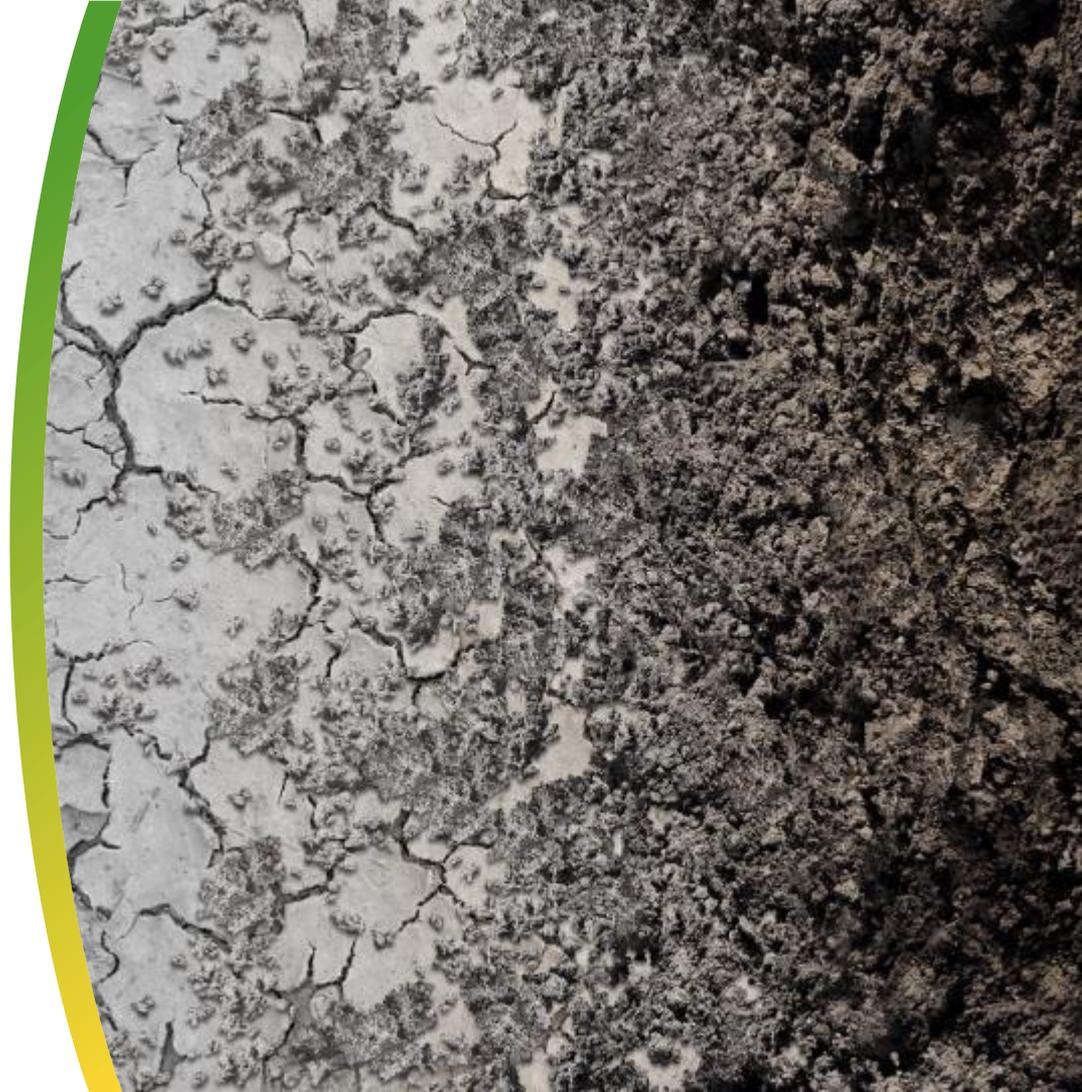
Résultats Piolenc 2023 (Viticulture)



Pourcentage de pieds par catégorie de dommages (canicule août 2023)



Economies d'eau



Sauvegarde de l'eau

Piolenc (84) - irrigation



Irrigation contrôlée suivant le statut hydrique



Pressure bomb readings 2022 (MPa)		
date	Control E	AVD E
23/6	-0,55	-0,27
30/6	-0,497	-0,31
5/7	-0,603	-0,36
12/7	-0,55	-0,553
20/7	-0,76	-0,57
27/7	-0,95	-0,899
3/8	-0,7	-0,6
10/8	-0,94	-0,69
17/8	-0,4	-0,233
26/8	-0,58	-0,73
2/9	-0,68	-0,6

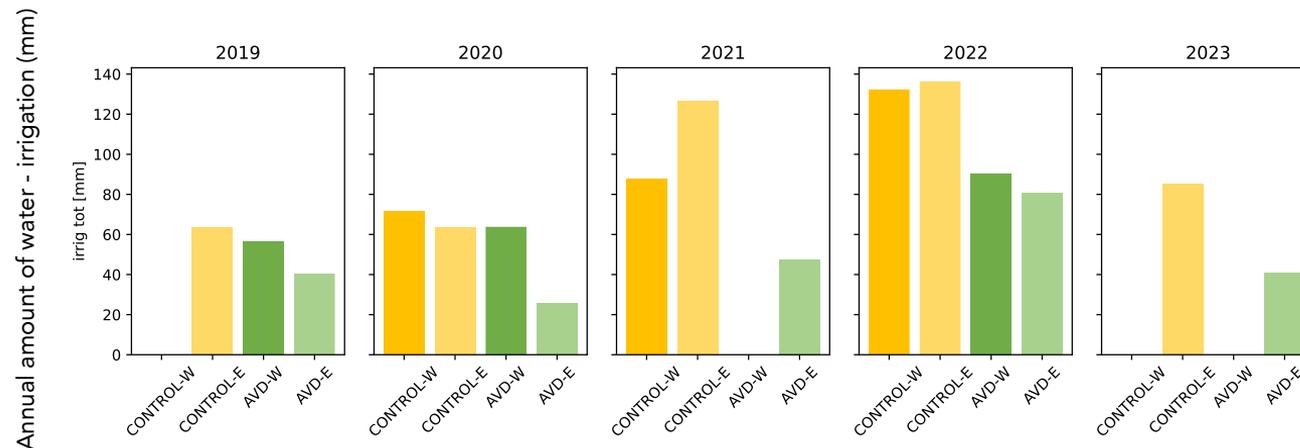
Sauvegarde de l'eau

Piolenc (84) - irrigation



season	ETo control [mm]	ETo avd [mm] (% control)	irrig control [mm]	irrig avd [mm] (% control)
2019	753	498 (66%)	63	40 (64%)
2020	794	522 (66%)	64	26 (40%)
2021	715	455 (64%)	127	48 (37%)
2022	808	521 (64%)	136	81 (60%)
2023	761	477 (63%)	85	41 (48%)

30 à 60%
D'économie d'eau



Importance de la stratégie de pilotage et impacts

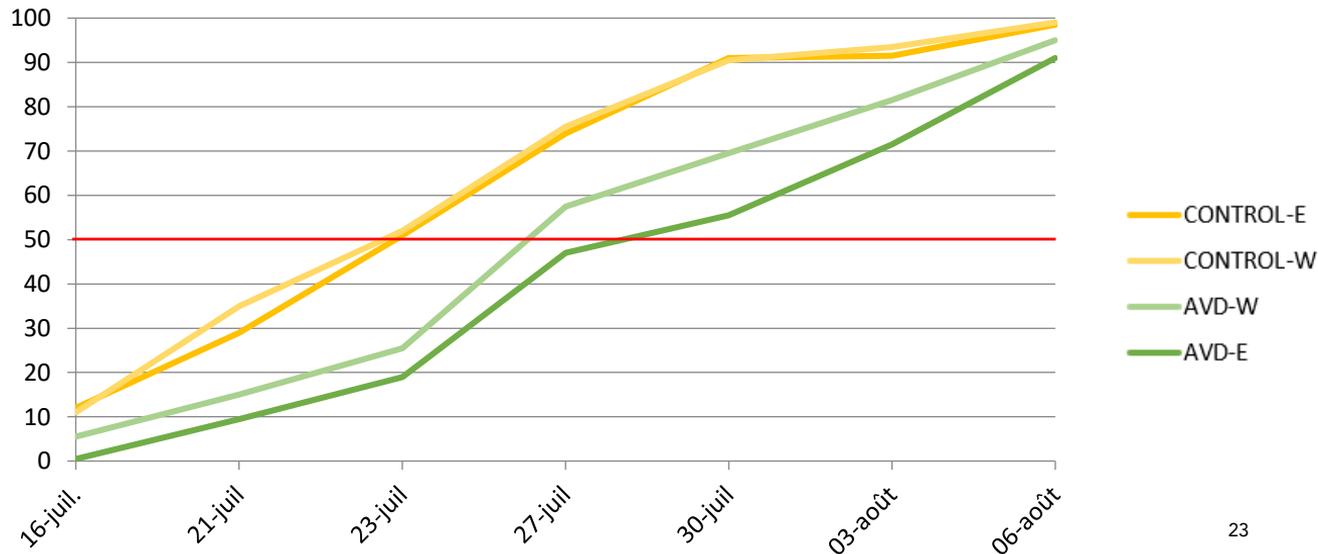


Effet sur la véraison

Piolenc (84)

RESULTATS : Les structures d'ombrage AVD entraînent une véraison décalée de +5 à +7 jours par rapport au témoin

Suivi véraison (en % de baies molles) - 2020



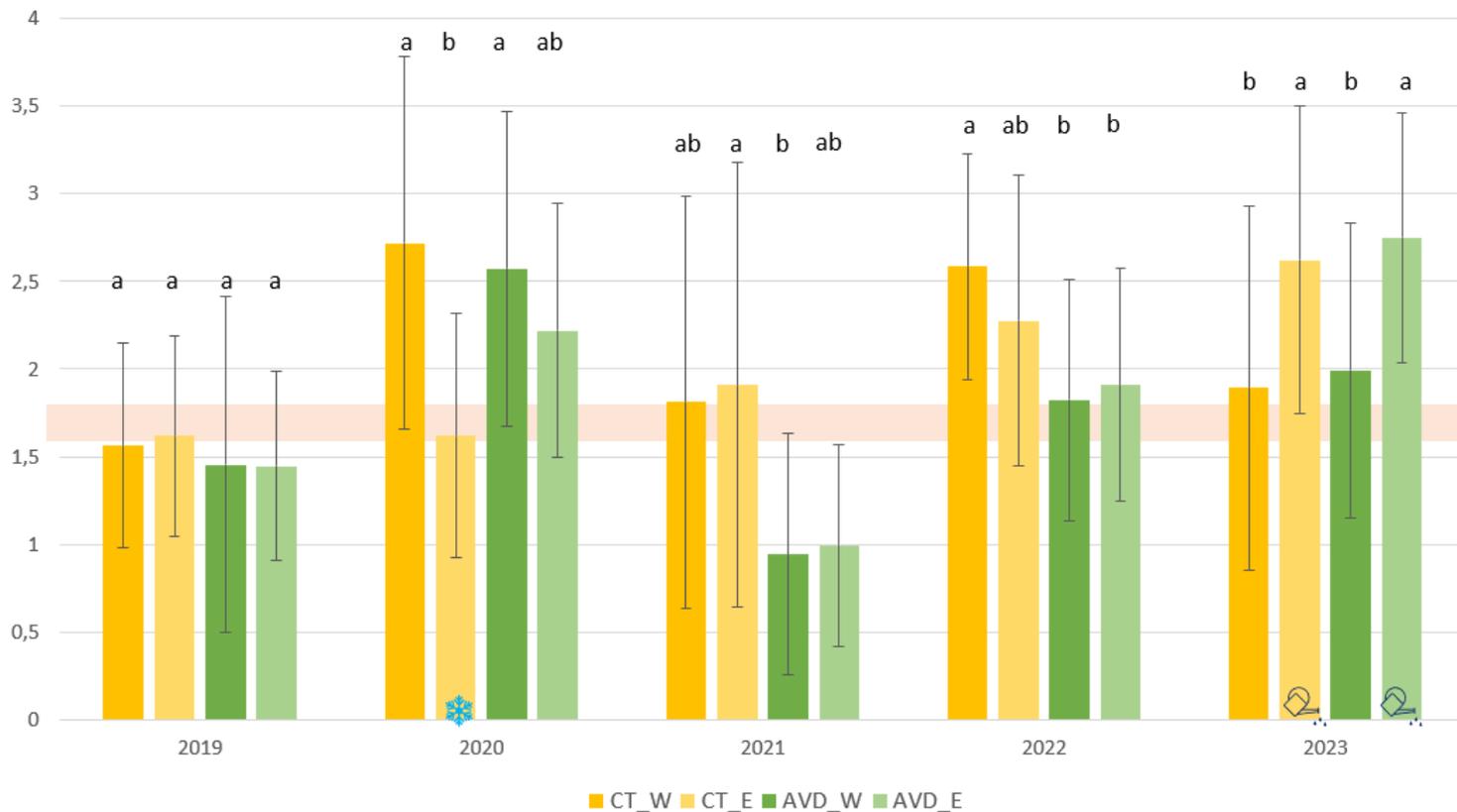
23

Effet sur les rendements

Piolenc (84)



grapes yield (kg/plant)



Même en absence d'irrigation

Piolenc (août 2023) : photos en zone non irriguée



 Grappe sous AVD piloté non irriguée



 Grappe sous **zone témoin** non irriguée

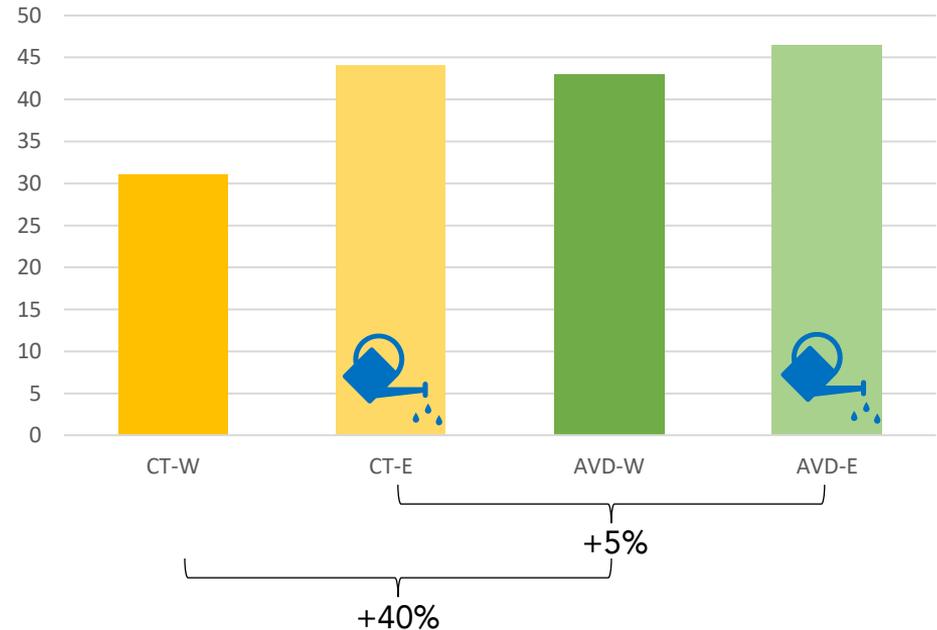
Focus sur rendement en jus

Piolenc (84) - 2023



modalité	poids encuvé (kg)	vol total (l) goutte + presse	ratio kg/hl
Control-W	51	31	164,5
Control-E	67,3	44	153
AVD-W	59,8	43	139,1
AVD-E	65,9	46,5	156,9

quantité de jus en litres (goutte + presse)

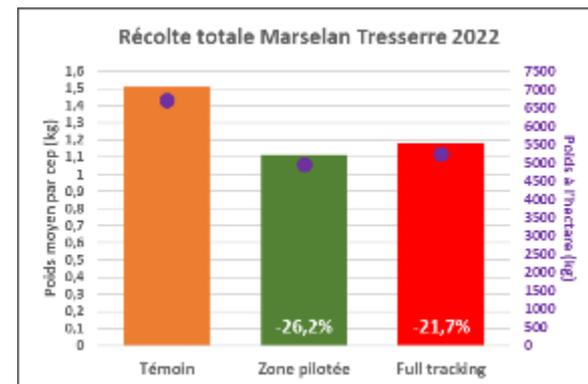
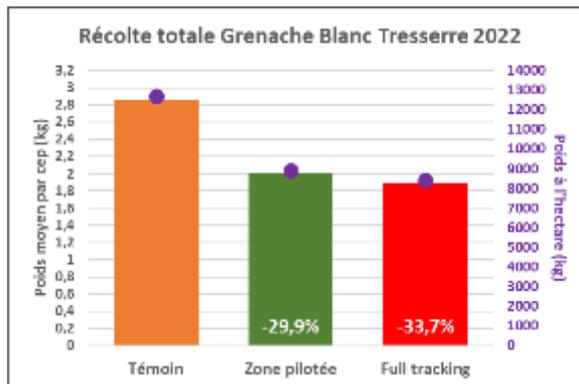
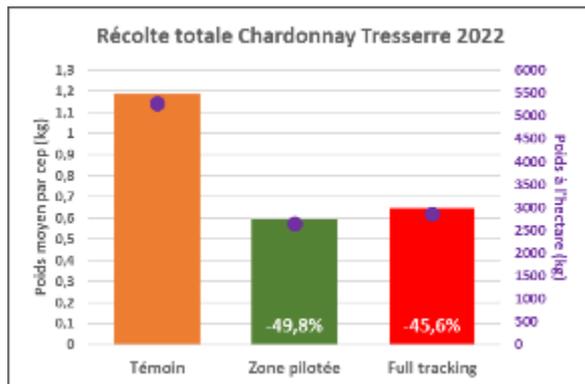


Tresserre (66)



Résultats Tresserre 2022

Tresserre (66)



Observation clés :

1. Des rendements supérieurs en zone témoin
2. Développement racinaire supérieur en zone témoin
3. Conformation des pieds plus aboutie en zone témoin

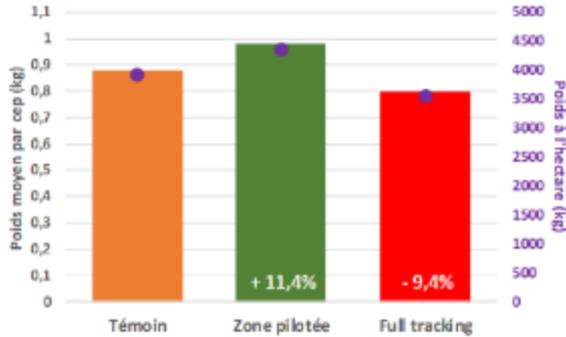


Résultats Tresserre 2023

Tresserre (66)



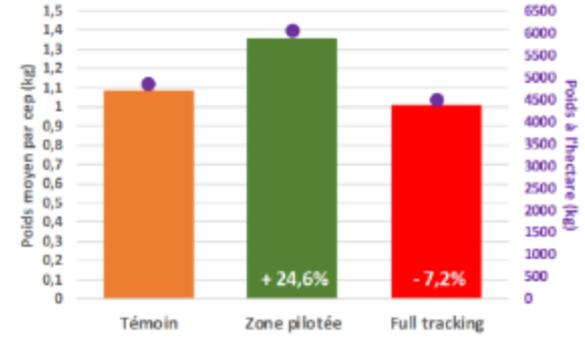
Récolte totale Chardonnay Tresserre 2023



Récolte totale Grenache Blanc Tresserre 2023



Récolte totale Marselan Tresserre 2023



Observation clés :

1. Des rendements supérieurs en zone AVD piloté vs le témoin
2. Des rendements dégradés en zone tracking solaire vs le témoin
3. Au global : un rendement de 21% à 38% supérieur en AVD piloté vs en tracking

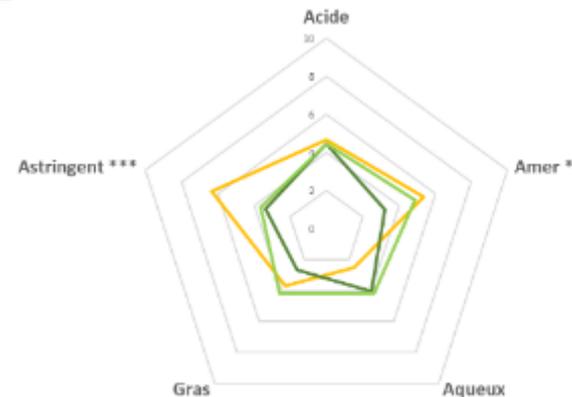
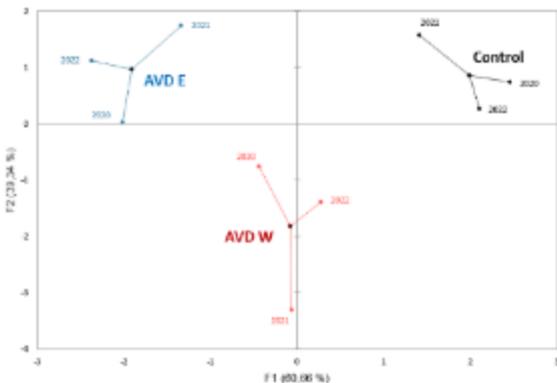
Qualité et Vin

Piolenc (84) - 2023



Mean (5y)	Berry weight (g)	Degree Brix	Alcohol (%vol)	Gluc+Fruc (g/l)	Total Acidity g.l-1 eq.H2SO4	Malic Ac. (g/l)	Tartric Ac. (g/l)	pH	N ass (mg/l)
Control	1,543	23,24	13,554	232	3,266	0,516	5,216	3,39	156,6
DAV	1,643	22,58	12,99	224,2	3,54	0,58	7,2	3,364	182

Coordonnées des nuages partiels (axes F1 et F2 : 100,00 %)



Qualité et Vin

Piolenc (84) - 2023



L'AVD permet d'amener une claire différence de caractéristiques du vin avec des vins jugés plus fruités. C'est un outil complémentaire pour le viticulteur.

Analyse sensorielle millésime 2020

Jury de 14 juges experts

✓ Modalités AVD et TEM se différencient sur critères sensoriels gustatifs et couleurs :

- modalités TEM caractérisées par + d'astringence, odeur de poussière intense et couleur + foncée.
- Les modalités AVD sont caractérisées par plus d'acidité (surtout AVD2) et une couleur plus claire et plus rouge-orangé pour AVD1

✓ Modalités AVD se distinguent des modalités TEM

- Les modalités AVD sont caractérisées par des odeurs de fruits rouges

Analyse sensorielle millésime 2021

Jury de 21 juges experts

✓ Modalités AVD et TEM se différencient sur critères sensoriels gustatifs et couleurs :

- modalités TEM caractérisées par + d'astringence et d'amertume et couleur + foncée.

✓ Modalités AVD se distinguent entre elles, surtout au niveau olfactif et couleur

- AVD W : odeur fruits rouges, vanille et lactée
- AVD E : odeur cuir, couleur rouge-orangé clair.

26 FÉVRIER 2024

Résultats en arboriculture

sites suivis par l'INRAE Montp, la CA26, OXYANE



Vergers sous agrivoltaïsme dynamique

R&D en arboriculture depuis 2019 (DE)



Pommes 'Golden Delicious'
La Pugère (13)



Suivi depuis 2019



Pêche 'Kinolea'
Etoile sur Rhône (26)



Suivi depuis 2022



Cerises 'Bigalise', 'Burlat', 'Primulat'

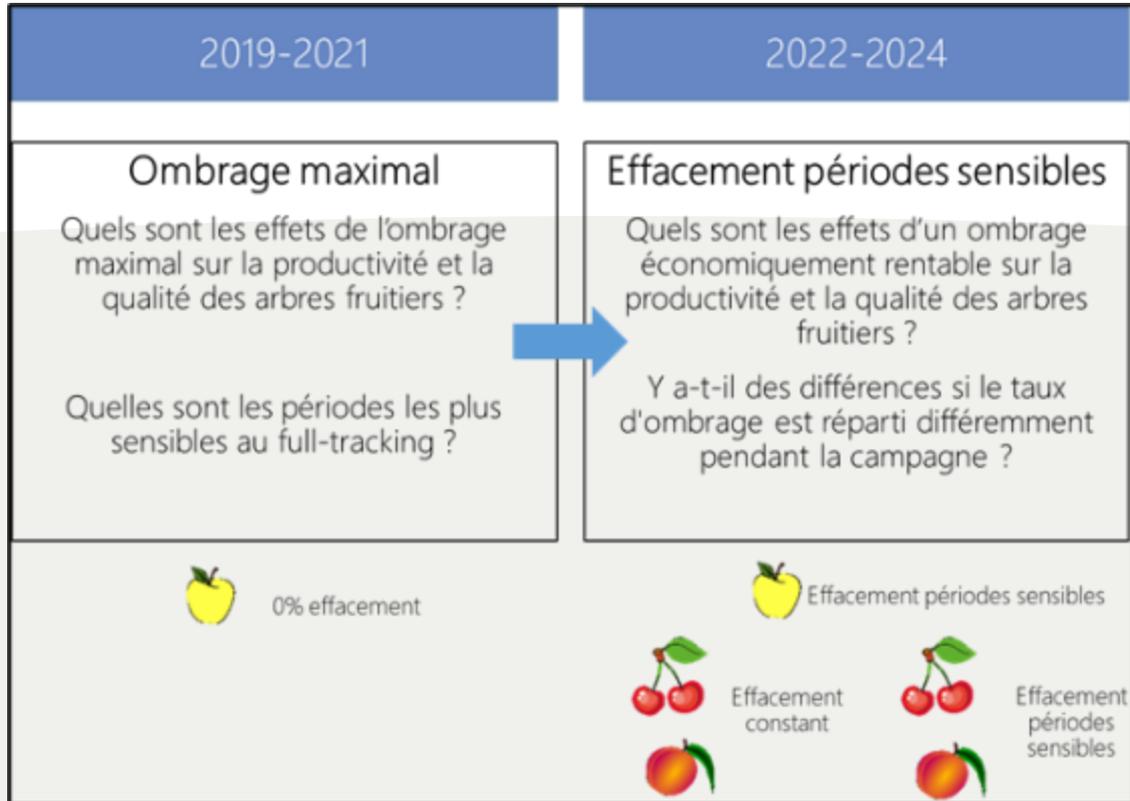


Loriol (26)

Suivi depuis 2022

Vergers sous agrivoltaïsme dynamique

R&D en arboriculture depuis 2019 (DE)



Nos projets



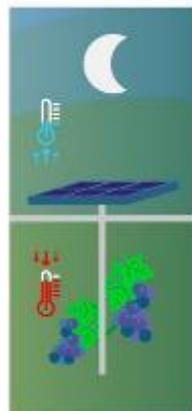
sun Agri

Nos projets



Protection contre le gel

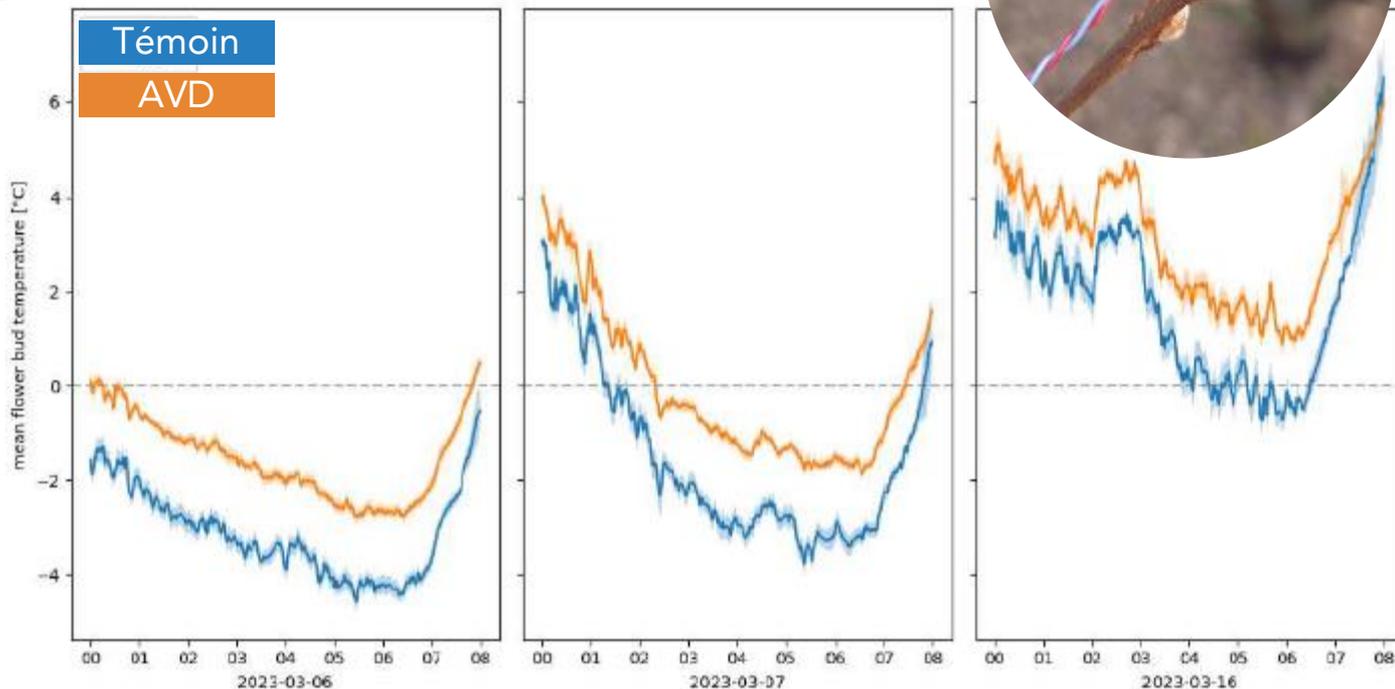
STRATÉGIE DE
PILOTAGE :
PANNEAUX À
L'HORIZONTAL LES
NUITS FROIDES



Protection contre le gel

Température du bourgeon

~ + 2 °C sous
agrivoltaïsme
dynamique

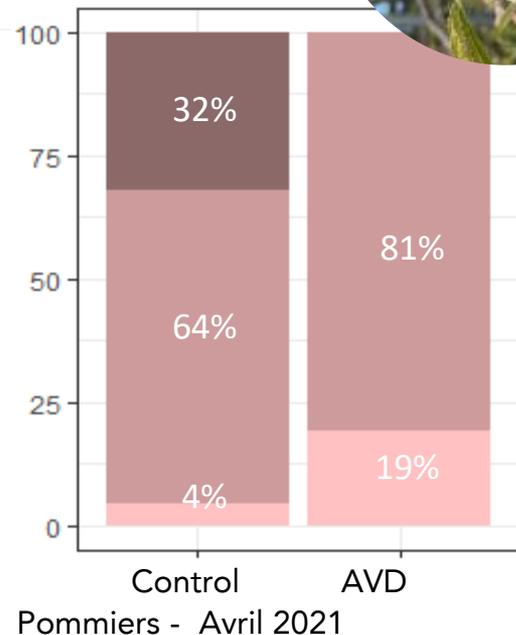
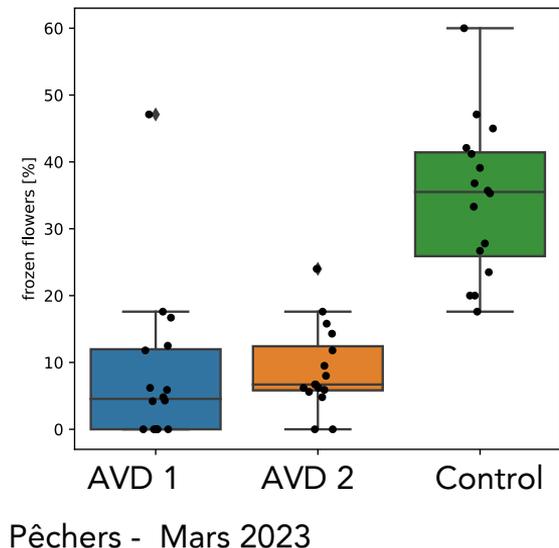


Protection contre le gel

Fleurs brûlées

Comptage des dégâts du gel

Pour les 2 espèces, 30% de dégâts mortels sur fleurs sur le témoin contre 10% sous agrivoltaïsme en pêcher et 0% en pommier.



- Fleurs brûlées
- Fleurs endommagées
- Fleurs saines

Protection contre les vagues de chaleur

PROTECTION CONTRE LES RAYONNEMENTS ET LA CHALEUR : TRAKING SOLAIRE POUR OMBRER AU MAXIMUM LES PLANTES



Protection contre les vagues de chaleur

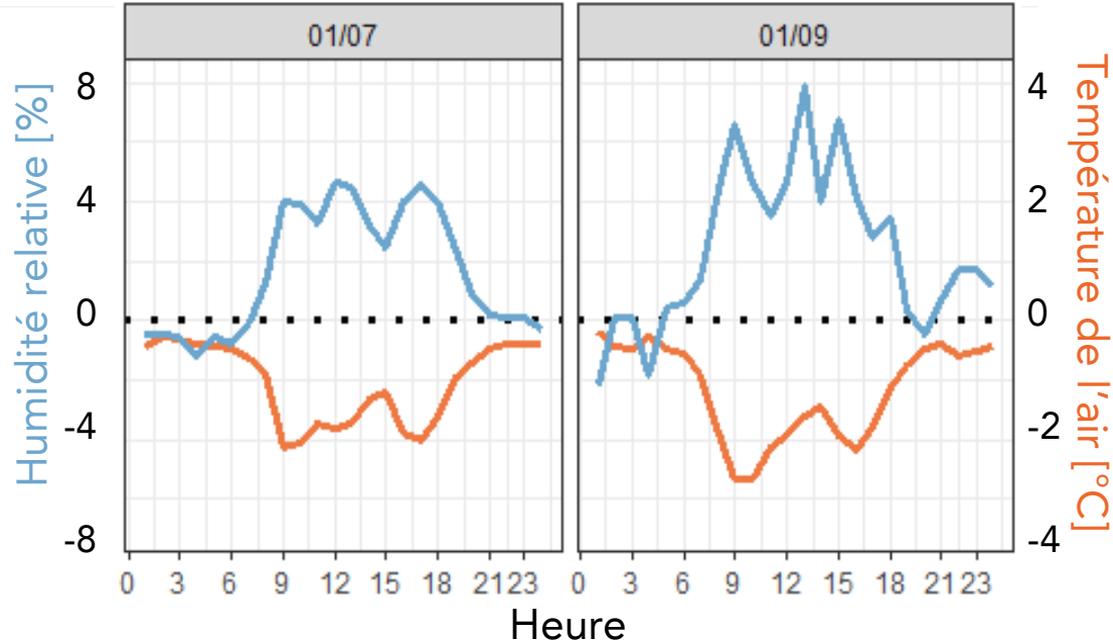
Microclimat

Differences AVD-Témoin :

En Moyenne : -1.2°C et $+2\%$ d'HR
sous AVD

Jusqu'à -4°C et $+14\%$ d'HR sous
AVD

Microclimat plus favorable sous
agrivoltaïsme



Pommiers - 2020

Protection contre les vagues de chaleur

Protection des fruits et de la canopée
2022

Protection contre la chute des
feuilles : 21% de feuilles chutées sur
témoin vs 2% sous AVD en août 2022

Protection contre les coups de
soleil sur fruits :



AVD

2%

sun Agri

Témoin

13%

Pommiers - Sept 2022



AVD

Témoin



Pommiers - Août 2022

Protection contre les vagues de chaleur

Protection des fruits et de la canopée
2023

Protection contre les coups de soleil sur fruits :



AVD

0%

sun Agri

Témoin

3%

Pommiers - Sept 2023



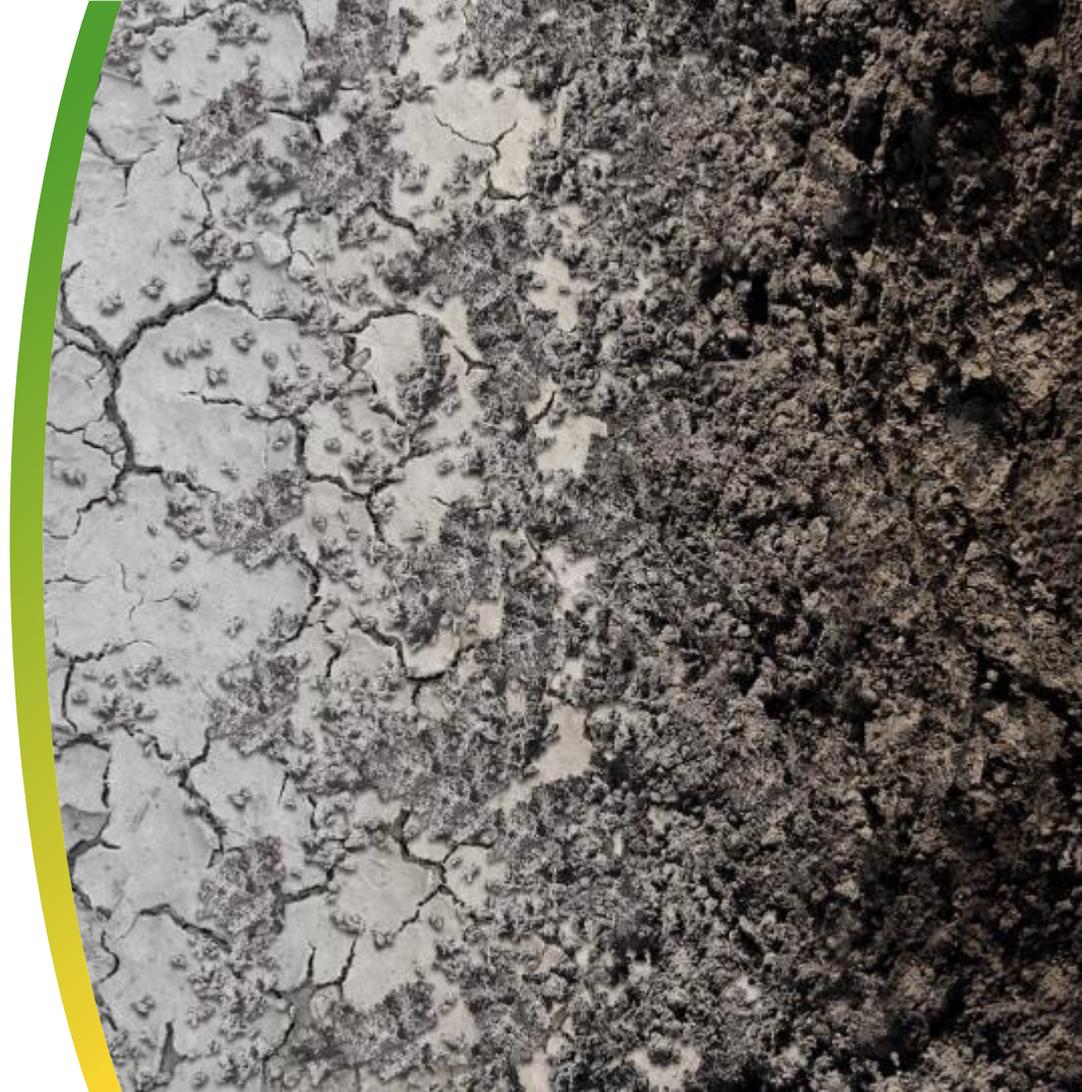
AVD

Témoin



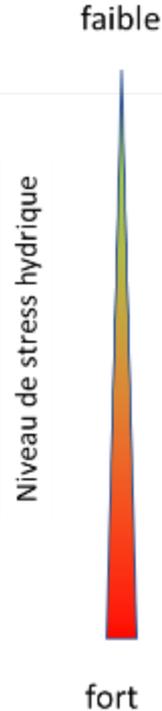
Cerisiers - Août 2023

Economies d'eau

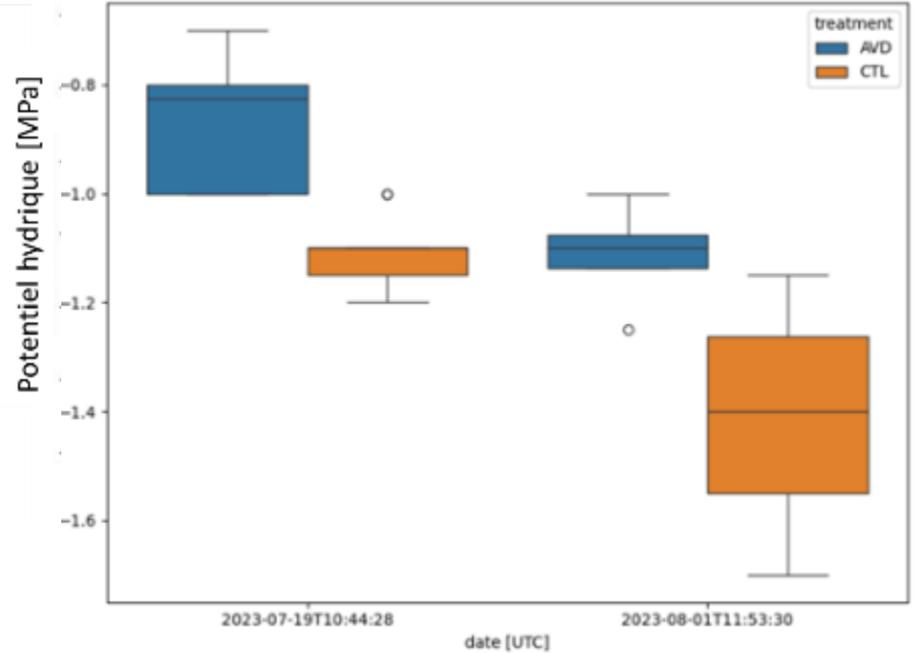


Statut hydrique

Une façon de mesurer le stress hydrique d'une plante est de mesurer la pression nécessaire pour extraire l'eau d'une feuille. Plus la pression nécessaire est négative plus le stress est élevé.



Sous AVD, le stress hydrique des plantes est inférieur



La Pugère (13) – Pommiers – 2023

Economie d'eau

Potentiel hydrique et irrigation

Moins de stress hydrique sous agrivoltaïsme

Permet de réduire l'irrigation d'environ 30%.

Espèce	Economie d'eau sous AVD
	-30%
	Irrigation non différenciée par l'agriculteur mais meilleur statut hydrique
	-25%

Importance de la stratégie de pilotage et impacts



Elaboration du rendement

Conséquences de l'AVD

Rendement fruits

=

Nombre de fruits x Poids moyen des fruits x Part de fruits commercialisables (qualité)

Floraison

Conséquences du tracking solaire sur la floraison du pommier

Ombrage maximal (tracking solaire) pendant 3 saisons sur le pommier :

30% de réduction de la densité de floraison

Peut limiter l'éclaircissage mais être limitant pour le rendement si le stock initial n'était pas suffisant



Année	Stratégie	Effet de l'AVD sur la densité florale (nb de fleurs/m de bois)
2019	Tracking	-35%
2020	Tracking	-26%
2021	Tracking	-33%

Pommiers - Floraison

Floraison

sensibilité des espèces à l'ombre



Espèce	Floraison
	très sensible
	pas très sensible
	très sensible

Poids des fruits

Conséquences de l'AVD

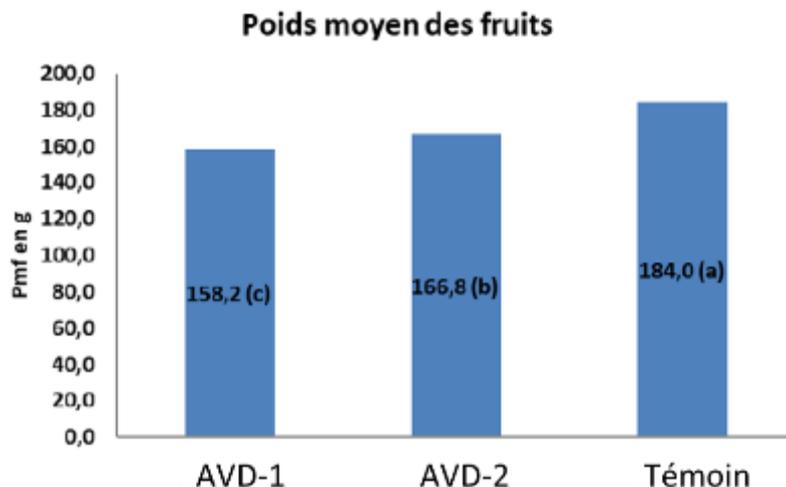
Poids frais peu impacté par l'ombrage sur pommes

Poids frais peu impacté par l'ombrage sur cerise

Année	2019	2020	2021
Effet AVD sur poids des fruits	-17%	=	=

Malemort (13) – pommes – Récolte

Le poids frais des fruits peut être diminué de 12% en nectarines (récolte 2022) en cas de faibles aléas climatiques.



Etoile sur Rhône (26) – nectarines – Récolte 2022

Poids des fruits

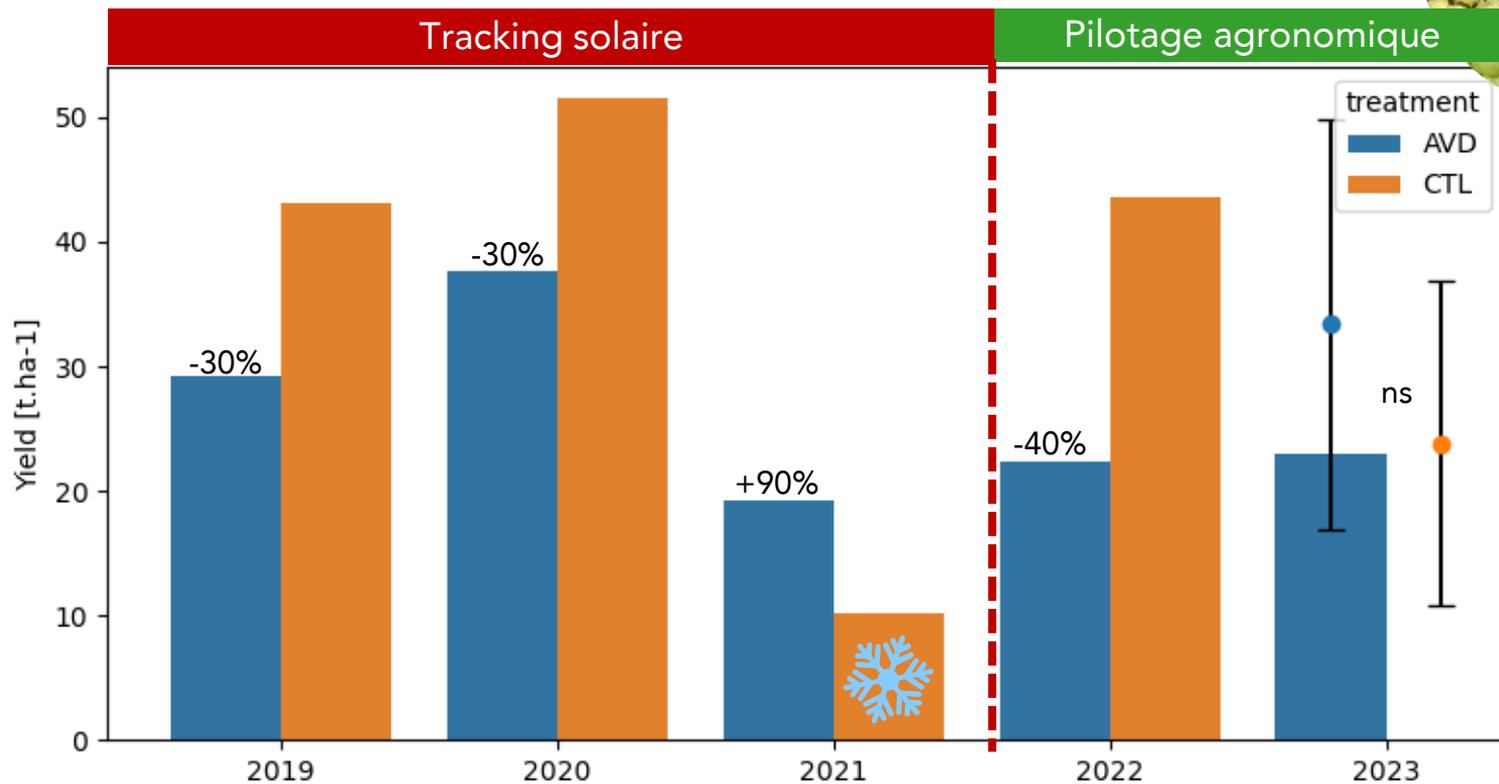
sensibilité des espèces à l'ombre



Espèce	Poids des fruits
	pas très sensible
	pas très sensible
	très sensible

Rendements

5 années d'expérimentation

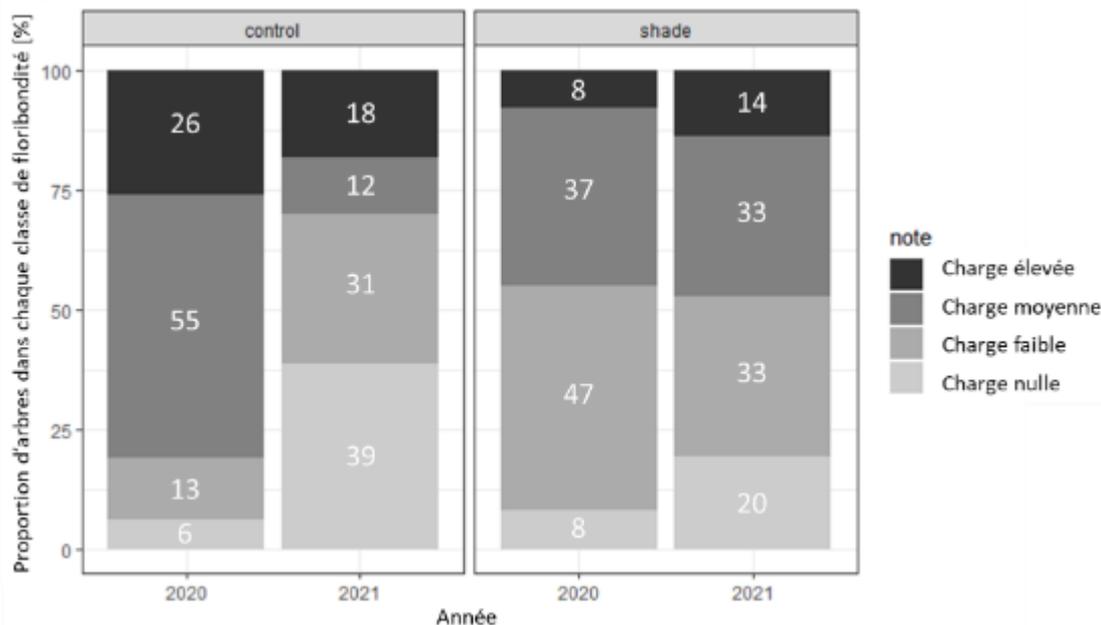


Limiter l'alternance

Lissage des rendements sous agrivoltaïsme dynamique



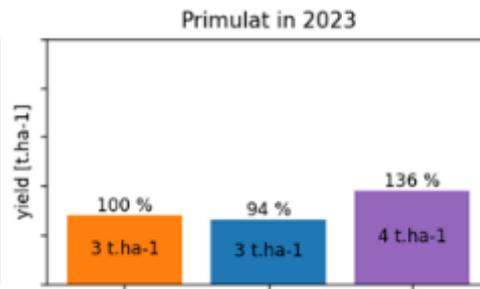
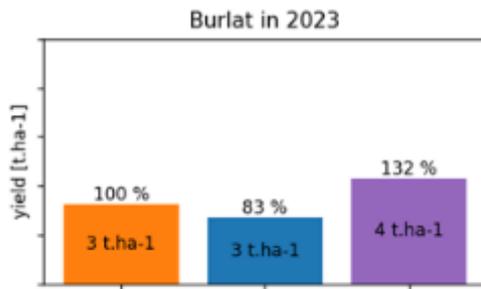
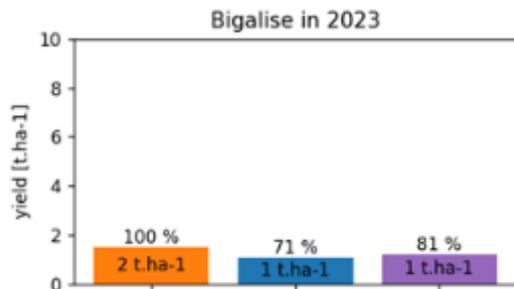
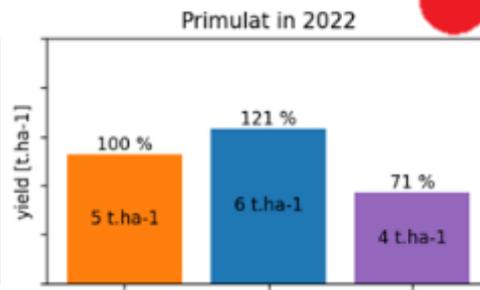
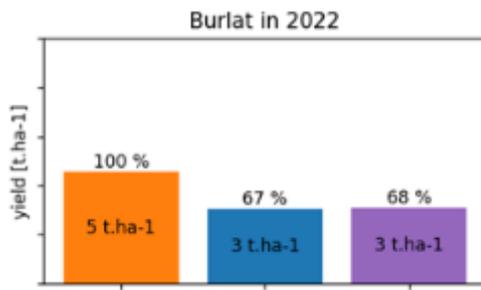
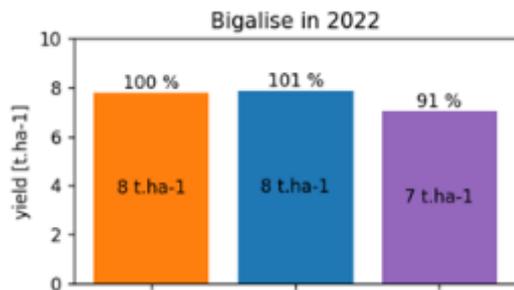
L'AVD permet de limiter l'alternance bisannuelle des pommiers et donc de mieux répartir la production.



Rendements

Importance de la stratégie de pilotage

Loriol (26) – Cerises



CT Ombrage constant Stratégie agronomique

CTI Ombrage constant Stratégie agronomique

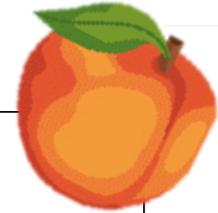
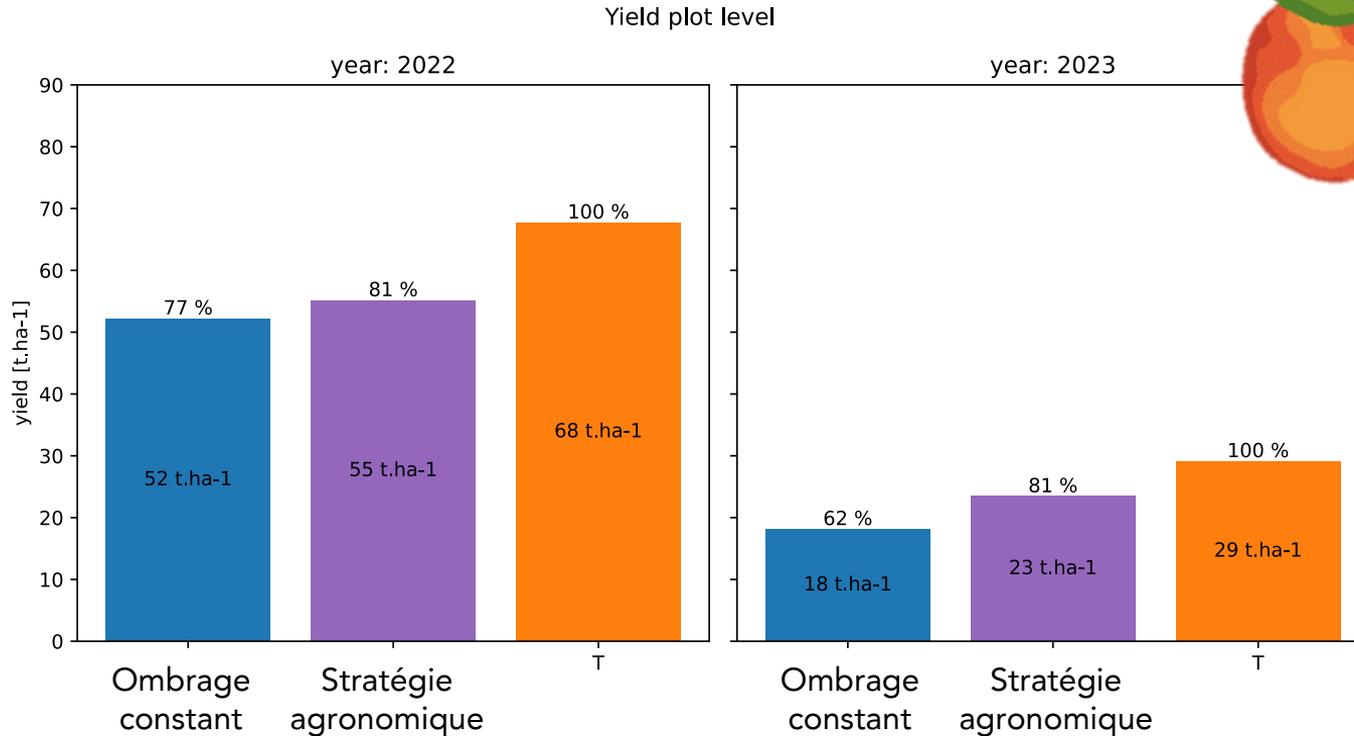
CTL Ombrage constant Stratégie agronomique

*Panneaux fixes la 1^{ère} année

Rendements

Importance de la stratégie de pilotage

Etoile sur Rhône (26) – Nectarines



Qualité des fruits

Bilan des impacts

AVD entraîne une légère Réduction des degrés Brix et de la couleur , mais restent au-dessus des seuils de commercialisation.

Effet de l'agrivoltaïsme dynamique	Pommiers					Nectarines		Cerises	
	2019	2020	2021	2022	2023	2022	2023	2022	2023
Date de récolte	ns	ns	ns	ns		↗	=	↗	↗
Fermeté	ns	ns	ns	↘		=	=		=↘
Degrés Brix	↘	↘	↘	↘		↘	=		↘
Teneur en matière sèche	↘	↘	↘						↘
Couleur des fruits	↘	↘	↘	↘		ns	↘	↘	↘

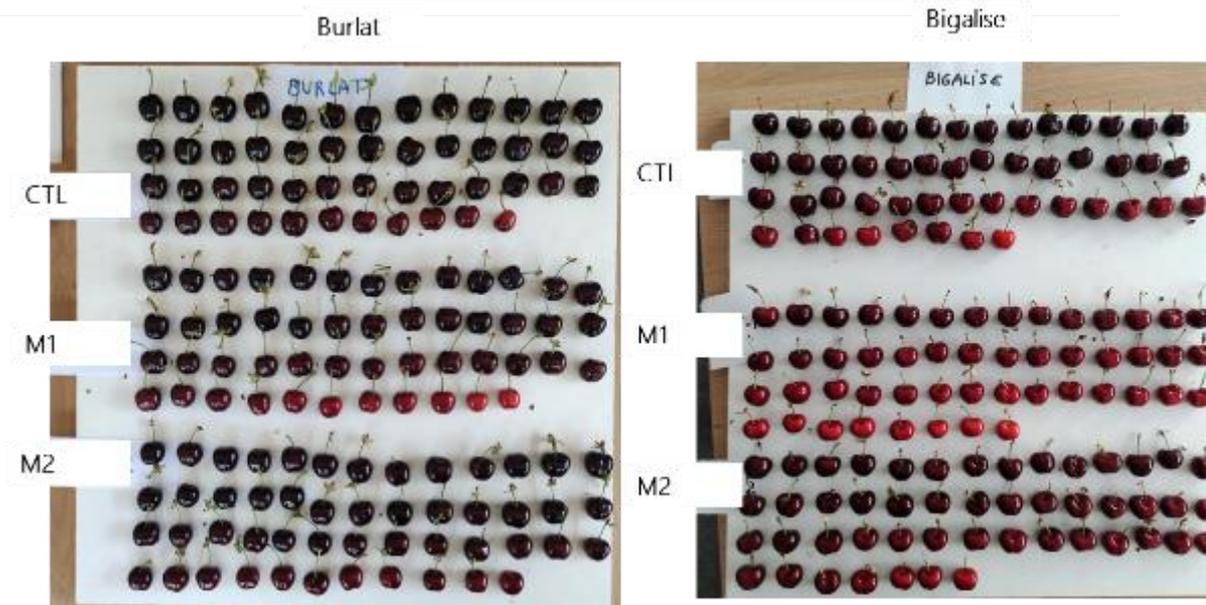
Qualité des fruits

Importance de la stratégie de pilotage

La structure AVD impacte la maturation, avec un impact plus fort du pilotage constant que de la stratégie agronomique

Permet à l'agriculteur diversifier ses ventes

Couleur des cerises



M1: Ombrage constant

M2: Stratégie agronomique

Cerisiers - Récolte 2023

Conclusion



**Protection contre
les aléas
climatiques**

Gel, vague de chaleur, sécheresse
...

Economie d'eau



**Besoin d'une
solution
dynamique et d'un
pilotage
agronomique
adapté**





Contact

Perrine JUILLION
Ingénieure R&D

Perrine.juillion@sunagri.fr

Anne-Lise SALOME

Anne-Lise.salome@sunagri.fr