



**Étude de l'impact
d'une restriction en
eau maîtrisée sur la
filière arboricole**



PATRICK LÉVÊQUE
PRÉSIDENT DE LA CHAMBRE
D'AGRICULTURE DES BOUCHES-
DU-RHÔNE, EN CHARGE DU PÔLE
EAU ET ENVIRONNEMENT

Le changement climatique est une réalité pour tous. L'été 2022 démontre que les aléas climatiques ont de lourdes conséquences, notamment sur la ressource en eau. Face à ces mutations, les agriculteurs de la filière arboricole de la plaine de la Crau ont décidé de se mobiliser, pour mieux se préparer à l'impact économique de probables restrictions d'eau.

Avec l'aide de précieux partenaires financiers et scientifiques, que je tiens ici à remercier très chaleureusement, la Chambre d'agriculture des Bouches-du-Rhône, a initié en 2020 Arb'Eau Crau, un projet d'expérimentation inédit de trois ans, afin de mieux accompagner la profession.

Arb'Eau Crau réalise, à l'échelle du territoire de la Crau, une mise en situation impliquant des restrictions d'irrigation de 10 et 20 % sur des pêchers et abricotiers, régulièrement mesurées par capteurs.

Au terme de trois années d'étude, nous sommes heureux de vous présenter les résultats de cette première expérimentation, qui doivent permettre d'accompagner les agriculteurs à mieux gérer l'impact des prochaines restrictions climatiques en eau sur leurs cultures.

Méthodologie, résultats, perspectives : l'ensemble du projet Arb'Eau Crau est présenté au public en décembre 2022 lors d'un colloque à Entressen (13), et retranscrit dans le présent rapport. Cette restitution publique est une étape particulièrement importante pour la suite du projet, au vu des premiers résultats encourageants. Une expérimentation à plus grande échelle, avec de nouveaux arboriculteurs et des périodes d'étiages de la nappe, semble en effet nécessaire, justifiée par un contexte climatique de plus en plus impactant pour les restrictions en eau.

Je vous laisse découvrir cette étude inédite, qui doit conforter une volonté commune, au sein de la filière arboricole, d'adapter ses stratégies de gestion de la rareté en eau.

Vous en souhaitant bonne lecture.

Sommaire

Synthèse générale	p.5
Faits & chiffres	p.6
LE CONTEXTE	
La nappe de la Crau comme territoire d'étude d'une restriction de la ressource en eau	p.8
LES OBJECTIFS	
Un projet innovant aux objectifs multiples	p.9
Nos partenaires financiers, scientifiques et agricoles	p.10
Arb'Eau Crau : une expérimentation en trois ans et trois grandes actions	p.12
Arb'Eau Crau : paroles d'arboriculteurs	p.13
ZOOM SUR L'ACTION 1	
Protocole de restriction et agronomie	p.15
Protocole de restriction et agronomie	p.16
Synthèse de trois années de climat	p.18
FICHES DE RÉSULTATS 2020-2022	
Abricots rouges	p.20
Nectarines jaunes	p.24
Nectarines blanches (saison)	p.28
Nectarines blanches (tardives)	p.32
ZOOM SUR L'ACTION 2	
Solidarité entre filières en période de restriction d'irrigation, selon la diversité de productions	p.36
QualiTree, une simulation modélisée de l'INRAE, adaptée à la Crau	p.39
ZOOM SUR L'ACTION 3	
Valorisation et communication des résultats du projet	p.40
APRÈS 2022, QUELLES PERSPECTIVES POUR ARB'EAU CRAU ?	
Le projet Irriwell ouvre le champ des possibles d'Arb'Eau Crau	p.41
Vers Arb'Eau Crau 2?	p.42
Remerciements	p.43

Synthèse générale

Le dérèglement climatique est aujourd'hui indéniable. Déjà, les perturbations engendrées pénalisent la ressource en eau. Face à ces évolutions climatiques, la profession agricole a décidé de se mobiliser avec l'aide de ses partenaires techniques et financiers.

La Chambre d'agriculture des Bouches-du-Rhône, à travers l'Organisme Unique de Gestion Collective (OUGC) nappe de Crau, a initié un projet d'expérimentation inédit de trois ans, intitulé « Arb'Eau Crau ».

Ce projet a pour objectif principal l'évaluation sur le territoire de la Crau, de l'impact d'une restriction maîtrisée de la ressource en eau en arboriculture. L'étude doit permettre de proposer, de manière objective et réaliste, un plan de répartition de l'eau en cas de sécheresse avérée, dans le cadre de l'OUGC.

Cette étude met en avant que la période à laquelle intervient la restriction aura un impact différent selon la variété.

En effet, pour les variétés précoces, si la restriction a lieu après la récolte, ni le rendement, ni le calibre ne sera affecté. Cependant, il faut s'interroger sur quel serait l'impact si l'on applique une restriction plus ou moins importante au printemps ?

Pour les variétés saisons et tardives, il semblerait en effet que les restrictions aient un effet sur la répartition des calibres et sur la charge. Cependant les résultats ne mettent pas en évidence de tendance au bout de ces trois années d'étude.

Malgré une année 2022 relativement chaude et peu humide, les premières conclusions, encourageantes, démontrent la nécessité de poursuivre cette étude inédite.

La Chambre d'agriculture des Bouches-du-Rhône a souhaité rendre ce travail public et en restituer ses résultats dans l'intérêt de la profession agricole et l'ensemble des acteurs impliqués dans la gestion de l'eau.

Faits & chiffres

▶ LA CRAU : UN ÉCOSYSTÈME UNIQUE PROTÉGÉ

- **545 km² steppiques** à forte irrigation en surface par canaux artificiels
- **2 labels** : Réserve naturelle des Coussouls de Crau et Natura 2000
- **4 filières agricoles** : Foin de Crau, arboriculture, maraîchage et élevage ovin
- **300 000 habitants** alimentés en eau potable (AEP)
- **11 communes**

5623 m³ économisés en 3 ans

▶ 2022, ANNÉE RECORD POUR LE CLIMAT

- **136 mm de précipitation** (à fin septembre)
- **75 jours** de température supérieure à 33°C
- **19 nuits** de température supérieure à 20°C

▶ ARB'EAU CRAU : UNE ÉTUDE INÉDITE, À L'ÉCHELLE DE TOUT UN TERRITOIRE

- **400 ouvrages** de prélèvements en nappe
- **200 préleveurs** adhérents à l'OUGC
- **2 500 ha** d'arboriculture en Crau
- **1 000 ha** en Foin de Crau
- **3 ans d'étude**
- **4 parcelles** expérimentales
- **20 arbres** restreints / parcelles

▶ UNE NAPPE PHRÉATIQUE À PRÉSERVER

- **550 millions m³** d'eau
- **32,7 millions m³** selon l'Autorisation annuelle de prélèvement de l'OUGC



▶ UNE FORTE ÉCONOMIE AGRICOLE

- **25 producteurs** de pêches et d'abricots en Crau, adhérents à l'OUGC
- **20% de la production française** (40 000 tonnes commercialisées)
- **100 emplois** saisonniers directs*
- **+ 50% du coût de production** lié à la main d'œuvre

* pour une exploitation de 70 ha

À l'échelle de la France

Bouches-du-Rhône

Abricots : 1 400 ha (125 290 tonnes)
Pêches : 2 000 ha (507 551 tonnes)

France

Abricots : 4 332 ha
Pêches : 6 329 ha

LE CONTEXTE

La nappe de la Crau comme territoire d'étude d'une restriction de la ressource en eau

► LA CRAU, UN TERRITOIRE AGRICOLE D'EXCEPTION : FOIN DE CRAU, ARBORICULTURE ET MARAÎCHAGE

Le territoire de la Crau est un paléo-delta asséché de la Durance situé dans le département des Bouches-du-Rhône, s'étendant sur 545 km².

Cet écosystème steppique unique s'explique notamment par la présence d'une couche de poudingue à environ cinquante centimètres de profondeur, rigide et très peu perméable. Une géologie qui laisse donc peu de chance à la végétation de se développer.

C'est à l'activité humaine que l'on doit la formation de l'écosystème actuel, notamment par la création d'hectares de pâturage. Cette dernière steppe d'Europe occidentale est protégée par son statut de Réserve Naturelle des Coussouls de Crau sur 10 000 ha.

Le territoire ne possède pas de réseau hydrographique naturel mais il présente en surface un large réseau de canaux artificiels et en profondeur une nappe phréatique approvisionnée à 75 % par l'irrigation gravitaire des prairies.

► L'ORGANISME UNIQUE DE GESTION COLLECTIVE (OUGC), UNE INITIATIVE DE LA CHAMBRE D'AGRICULTURE DES BOUCHES-DU-RHÔNE



Le 28 mai 2010, la Chambre d'agriculture des Bouches-du-Rhône se porte candidate pour créer un Organisme Unique de Gestion Collective en vue d'assurer des prélèvements agricoles de la nappe superficielle de la Crau, nommée « Cailloutis de Crau ».

L'objectif ? Obtenir une Autorisation Unique Pluriannuelle par arrêté préfectoral afin d'aboutir à l'homologation d'un plan de répartition du partage de la ressource. L'OUGC obtient une seconde autorisation de prélèvement d'une durée de cinq ans, le 13 avril 2021, pour un volume global de 32,7 millions de m³.

Cet organisme recense 200 irrigants, soit environ 400 ouvrages de prélèvements en nappe. Au total, environ 4 600 ha sont irrigués par prélèvement souterrain, dont environ 2 500 ha en arboriculture et 1 000 ha en production de foin. Le reste est réparti en maraîchage, oliviers, céréales et vignes.



2 500 ha
d'arboriculture
en Crau

Le saviez-vous?

L'une des missions obligatoires de l'OUGC est de fixer les règles pour adapter la répartition en cas de limitation ou suspension provisoire des usages de l'eau.

LES OBJECTIFS

Un projet innovant aux objectifs multiples

Fortement sensibilisés à la protection de la ressource en eau et à l'environnement, les arboriculteurs de la Crau ont fait part à la Chambre d'agriculture des Bouches-du-Rhône en 2018 de cette préoccupation, qui impacte déjà la filière arboricole, dont l'économie est majeure pour le territoire de la Crau.

► INSPIRÉ DU TERRITOIRE, ARB'EAU CRAU, C'EST...

1 AMBITION

- Disposer de données fiables et validées du terrain.

3 ENJEUX

- Maintenir un équilibre entre les agricultures;
- Gérer l'environnement;
- Préserver la ressource en eau.

4 OBJECTIFS

- Étudier l'impact d'une restriction en eau maîtrisée pour prévenir une gestion de crise;
- Anticiper les impacts économiques, sociaux et environnementaux d'une restriction en eau à l'échelle d'un territoire;
- Assurer une bonne répartition concertée de la ressource en eau entre les adhérents de l'OUGC Nappe de Crau;
- Proposer un plan de répartition de l'OUGC nappe de Crau en cas de crise.



Un projet...

ORIGINAL

L'expérimentation est réalisée directement chez les agriculteurs. Elle mêle à la fois le milieu agricole, la recherche appliquée et les sciences sociales et économiques. La collaboration de tous ces acteurs est une réelle plus-value pour les résultats de l'étude.

INNOVANT

L'étude concerne une « restriction », là où les autres projets d'expérimentations se penchent sur la régularisation ou l'optimisation.

OPÉRATIONNEL

La recherche donne in fine, des éléments concrets (impacts directs et indirects d'une politique de restriction maîtrisée de la ressource en eau) sur le partage de l'eau en Crau, dans le but d'établir des règles de répartition entre agriculteurs en cas de crise.

Nos partenaires financiers, scientifiques et agricoles

Nos partenaires financiers

Arb'Eau Crau est un projet financé avec le concours de l'Union européenne, la Région sud, en tant qu'autorité de gestion des fonds européens, et l'Agence de l'eau.



► L'UNION EUROPÉENNE

L'Union européenne soutient ce projet depuis 2020 à travers son Fonds européen agricole pour le développement rural (FEADER).

Le FEADER contribue au développement des territoires ruraux et d'un secteur agricole plus équilibré, plus respectueux du climat, plus résilient face au changement climatique, plus compétitif et plus innovant.

La Région Sud est l'autorité de gestion des fonds européens en Provence-Alpes-Côte d'Azur.



► AGENCE DE L'EAU RHÔNE MÉDITERRANÉE CORSE

Établissement public du ministère de l'environnement dédié à la préservation de l'eau, l'agence régionale de l'eau Rhône Méditerranée Corse est chargée de la lutte contre la pollution et de la protection des milieux aquatiques sur le territoire du bassin versant du Rhône, des fleuves côtiers français se jetant dans la Méditerranée, et la Corse.

Nos partenaires scientifiques

Indispensables au développement du projet, plusieurs partenaires scientifiques majeurs participent à cette expérimentation inédite.



► AGRO RESSOURCES, BUREAU D'ÉTUDE SPÉCIALISÉ DANS LE PILOTAGE DE L'IRRIGATION

Nathalie Broussard, responsable du pilotage de l'irrigation

La société accompagne depuis 25 ans les agriculteurs de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur vers une gestion fine de leur irrigation. Dans le secteur de la Crau, Agro Ressources travaille depuis des années sur l'irrigation des pêcheurs et abricotiers, auprès d'un certain nombre de producteurs.

Agro Ressources met au service du projet Arb'Eau Crau des partenaires mais aussi sa méthode de pilotage des irrigations et sa connaissance du secteur de la Crau.



► INRA - UR 1115 PSH D'AVIGNON (PLANTES ET SYSTÈMES DE CULTURE HORTICOLES)

Julie Borg, ingénieure de recherche

Le centre INRAE Provence-Alpes-Côte d'Azur concentre ses recherches sur des enjeux spécifiques aux objets et territoires méditerranéens : agroécologie et adaptation de l'agriculture et des forêts au changement climatique, ressources hydriques, risques naturels, nutrition humaine. Son unité PSH a pour mission de contribuer à la mise au point de systèmes de culture des fruits et légumes et de scénarios paysagers en zone méditerranéenne afin d'améliorer la qualité des produits récoltés et le respect de l'environnement.

Nos partenaires scientifiques (suite)



► IRSTEA MONTPELLIER

Patrice Garin, chercheur à AgroParisTech - Cirad - CIHEAM_IAMM - IRD Irstea - SupAgro Montpellier

Marielle Montginoule, chercheuse à Irstea - SupAgro Montpellier

Sébastien Loubier, économiste IRSTEA - UMR G-eau

L'institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture a fusionné depuis janvier 2020 avec l'INRA pour former l'INRAE (Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement), acteur majeur de la recherche et de l'innovation.

L'UMR G-EAU travaille sur les questions de gestion intégrée et adaptative de l'eau, ainsi que les relations sociales liées à l'eau.



► STATION EXPÉRIMENTALE DE RECHERCHES EN ARBORICULTURE (FRUITS À NOYAUX)

Valérie Gallia, responsable du « Pôle Noyaux » et responsable protection phytosanitaire raisonnée et biologique

Maëlle Guiraud, responsable expérimentation agronomique

SUDEXPE est spécialisée dans la recherche appliquée sur les fruits à noyaux : pêche, abricot et cerise à Saint-Gilles (Gard) et sur les pommes et le maraîchage à Marsillargues (Hérault).

Elle apporte son expertise dans la réalisation des mesures agronomiques effectuées sur les parcelles de pêches et d'abricots et est associée aux réflexions ainsi qu'au pilotage du projet.

Nos partenaires agricoles et gestion de l'eau

Des partenaires agricoles complètent de manière concrète l'expérimentation sur le territoire de la Crau.



► CETA TERROIR DE CRAU

Éric Navarro, technicien agricole du Groupement de producteurs arboricoles sur la Crau.

Cette association regroupe dix exploitants soucieux de partager leurs expériences et leurs connaissances. Un ingénieur agronome fait le suivi technique et le relais d'informations.



► SYMCRAU

Charlotte Alcazar, directrice

Le Syndicat Mixte de Gestion de la Nappe Phréatique de la Crau (SYMCRAU) concentre les données en lien avec la nappe de Crau et réalise des études pour en approfondir la connaissance. Il veille également au respect des objectifs généraux de préservation des milieux et de sécurité.

► LYCÉE AGRICOLE DE FONTLONGUE À MIRAMAS

Thierry Quéré, Directeur du Lycée agricole du Campus Fontlongue, sous contrat avec le Ministère de l'Agriculture.

Associés au projet Arb'Eau Crau depuis 2021, trois étudiants du BTS Gestion et Maîtrise de l'eau ont travaillé dans le cadre de leur projet annuel sur l'aspect socio-économique d'Arb'Eau Crau.

Mission : participer à la création de poster pour un atelier de travail, mise en place de sondes capacitatives et de minéralisation sur le terrain et analyse de leurs données.

Une expérimentation en trois ans et trois grandes actions

Action 1

ÉTUDE DES CONSÉQUENCES ÉCONOMIQUES LIÉES AUX RESTRICTIONS D'EAU DANS LES VERGERS DE PÊCHERS ET D'ABRICOTIERS

Coordination › La Chambre d'agriculture des Bouches-du-Rhône.

Réalisation › Sudexpe, Agro Ressources et INRA Avignon.

Méthodologie › Lancée en 2020, cette phase consiste à appliquer différents niveaux de restriction en eau par rapport à une pratique référente. Cet axe de recherche a pour but de connaître l'impact de ces restrictions sur le potentiel de production, le calibre, le retour à fleurs, l'état sanitaire et la qualité des fruits. Elle s'appuie sur la définition d'un protocole de restriction, d'un protocole agronomique et la modélisation de l'évolution agronomique selon le modèle Qualitree (voir p. 39).

Finalité › Appliquer les résultats à l'ensemble du territoire de la Crau (les parcelles étant particulièrement représentatives de son terroir : sol, climat, aménagement, etc.). Les adapter aux pratiques en cours de chaque arboriculteur.

Action 2

SOLIDARITÉ ENTRE FILIÈRES EN PÉRIODE DE RESTRICTION D'IRRIGATION, SELON LA DIVERSITÉ DE PRODUCTIONS

Coordination › La Chambre d'agriculture des Bouches-du-Rhône.

Réalisation › L'IRSTEA Montpellier.

Méthodologie › Cette phase vise à confirmer la variation des impacts des réductions d'apport d'irrigation pour le territoire de la Crau dans son ensemble selon les productions touchées, les moments de survenance et l'intensité des crises (résultats de l'action 1). Ainsi, il sera possible de définir des modes de répartitions des efforts de réduction des apports en cas de crise, tout en minimisant l'impact économique et social sur l'agriculture du territoire.

Finalité › Évaluer les pertes économiques sur l'arboriculture et le Foin de Crau en cas de restriction. Créer un mécanisme de solidarité entre agriculteurs.

1 SUR 3 ANS

ÉTUDE DES IMPACTS AGRONOMIQUES DES AUX RESTRICTIONS D'IRRIGATION

2 DÉBUT EN 2021

SOLIDARITÉ ENTRE LES FILIÈRES

3 SUR 3 ANS

VALORISATION DES RÉSULTATS

Action 3

VALORISATION ET COMMUNICATION DES RÉSULTATS DU PROJET

Coordination › La Chambre d'agriculture des Bouches-du-Rhône.

Réalisation › L'ensemble des partenaires du projet Arb'Eau Crau.

Méthodologie › Des supports de communication « print », tels que communiqués de presse, dossier technique, articles, publications et le présent bilan de projet. Des fiches de résultats sur trois ans concernant les quatre variétés sont également à disposition.

Finalité › Organiser en décembre 2022 un colloque de restitution des résultats à destination de l'ensemble des acteurs concernés.

Paroles d'arboriculteurs



THIERRY BERNARD
EXPLOITANT DU GAEC BERNARD

Notre société familiale est située à Grans. Depuis 5 générations, nous cultivons des pêches, abricots et cerises sur près de 120 ha. Notre production, majoritairement en goutte à goutte, repose sur le procédé de ferti-irrigation*. Très particulière, l'année 2022 révèle un dérèglement climatique évident avec des hivers froids et des étés très chauds : la maîtrise de l'irrigation est donc une nécessité.

Le projet Arb'Eau Crau a retenu notre attention car nous réfléchissions déjà à économiser l'eau sur l'exploitation. Le matériel mis à disposition a permis de mieux gérer notre irrigation et de vérifier qu'une restriction de 20% n'a que peu d'impact sur le bois, la coloration, la récolte ou le calibre du fruit. Même si Arb'Eau Crau est une expérimentation de trois ans, le recul est toutefois insuffisant pour analyser l'impact des restrictions d'eau sur le long terme. Il faut poursuivre ce projet pour tester des restrictions plus importantes et mieux en définir les limites, pour s'assurer que ni le rendement ni le calibre ne soient impactés, et de ce fait, l'économie de l'exploitation.

Nous sommes prêts à rester dans le projet encore un an. Cependant, si les restrictions ont lieu en période d'étiage de nappe, où l'arbre a le plus besoin d'eau et le calibre des fruits se définit, elles auront d'importantes conséquences sur la production de l'année en cours et surtout sur l'année n+1. Il faut donc rester vigilant.

* procédé consistant à placer les éléments nutritifs directement dans l'eau d'irrigation.

Paroles d'arboriculteurs



PATRICE VULPIAN

EXPLOITANT DU DOMAINE DE LA CABANASSE

Situé à Saint-Martin-de-Crau, notre domaine produit du Foin de Crau AOC sur 160 ha, des pêches sur 75 ha et des abricots sur 15 ha, jeunes plantations comprises. Nous disposons de deux stations de pompages permettant l'irrigation de nos cultures, dont l'une équipée d'un fertikit. Une partie de notre production est irriguée en gravitaire, l'autre en goutte à goutte.

Le projet Arb'Eau Crau nous intéresse car il permet d'anticiper les difficultés à venir. On sait que le changement climatique va imposer de nombreuses restrictions (cf. 2022). L'irrigation des prairies et la sécurisation de la nappe seront sans doute impactées. La raréfaction de la neige à Serre-Ponçon (05) aussi peut poser certains problèmes... Or, sans eau, que deviendront la Crau et ses activités ? La culture du pêcher est tributaire de l'eau qui est essentielle à la formation du calibre et au tonnage. Elle est donc fragile économiquement... Aujourd'hui, nous pilotons l'irrigation avec précision grâce à des tensiomètres et une irrigation au goutte-à-goutte. Mais si des restrictions sont réalisées à l'étiage hivernal, nous ne pourrions pas mesurer son impact sur le rendement et le calibre.

Un projet Arb'Eau Crau 2 permettrait de répondre à toutes ces questions. La Chambre d'agriculture est tout à fait dans son rôle en travaillant sur ces sujets pour conseiller les producteurs.

ZOOM SUR L'ACTION 1

Protocole de restriction et agronomique

Au moment de déterminer le protocole de restriction, il n'existait aucun arrêté sécheresse sur le territoire de la Crau. En 2022 toutefois, en raison du caractère climatique exceptionnel, deux arrêtés préfectoraux* instaurent l'état d'alerte sécheresse sur les secteurs de la Crau et de la Crau Sud Alpilles. Un premier, en date du 1^{er} juillet, induisant une réduction des prélèvements de 20% et une interdiction d'irriguer entre 9h et 19h et un second le 8 août 2022, induisant une réduction des prélèvements de 40% et une interdiction d'irriguer entre 8h et 20h.

PROCOLE DE RESTRICTION

Quatre parcelles d'étude sont déterminées :

- Nectarines blanches précoces : Big Fire®
7^{ème} feuille
- Nectarines jaunes saisons : Queen Glory®
7^{ème} feuille
- Nectarine blanche tardive, Nectasweet® Nectaperf cov
3^{ème} feuille, surgreffage
- Abricots tardifs : Sous Numéro
4^{ème} feuille

Sur chacune des parcelles, un rang est isolé et le matériel suivant est installé :



DÉFINITION DES PÉRIODES DE RESTRICTION

ARRÊTÉ CADRE SÉCHERESSE DESBOUCHES-DU-RHÔNE

CRAU AUCUN ARRÊTÉ SÉCHERESSE

VOLONTÉ DE TESTER LE SEUIL ALERTE DE L'ARRÊTÉ CADRE SÉCHERESSE

ZOOM SUR L'ACTION 1

Protocole de restriction et agronomique

► PROTOCOLE DE RESTRICTION

	Du 15 juin au 15 juillet	Du 16 juillet au 15 août	Du 16 août au 15 septembre
M1 - Témoin	Conduite de l'irrigation selon les pratiques habituelles du producteur		
M2 - Restriction	-10%	-20%	-10%

► PRÉSENTATION DU PROTOCOLE AGRONOMIQUE

Vigueur des rameaux

Repérage, marquage et mesure de cinq pousses terminales par parcelle élémentaire (PE), homogènes entre elle, tant sur la longueur initiale que sur leur position (orientation, insertion sur la charpentière) choisies sur les arbres en mesure de chaque parcelle élémentaire (PE). Les mesures sont réalisées avant le démarrage du protocole de restriction, avant tout changement de régime hydrique et à la fin du protocole de restriction.

Suivi du grossissement des fruits

Repérage, marquage et mesure du diamètre de 6 fruits par PE environ tous les 15 jours.

Mise en garde : il convient de faire preuve de précaution afin de ne pas abîmer et / ou faire tomber les fruits en mesures.

Mesures à la récolte

Avec l'aide du producteur, pour le rang en essai, le poids récolté à chaque passage pour chacune des modalités est relevé, ce qui permettra de calculer un rendement.

• SUR LE PASSAGE DOMINANT DE LA RÉCOLTE (SOUVENT LE SECOND).

En fonction de la quantité récoltée, un prélèvement d'une à deux caisses par PE sur les arbres en mesure est nécessaire. Sur ce prélèvement, il convient d'établir :

- **le poids moyen :** prélever un échantillon aléatoirement sur l'ensemble des caisses échantillonnées pour les mesures et peser cinquante fruits.
- **le calibrage :** calibrer à la calibreuse l'ensemble des caisses retenues pour les analyses. L'ensemble des calibres est pesé un à un. Repérer le calibre dominant du passage de récolte.
- **la fermeté et le taux de sucre :** prélever vingt fruits sur le calibre dominant du passage de récolte.

À retenir

PROGRAMMATION DES RESTRICTIONS

Les restrictions sont appliquées aux pratiques du producteur et sont programmées toutes les semaines entre le 15 juin et le 15 septembre pour chaque année du projet.

► POUR RÉSUMER...

AVANT LA RÉCOLTE

SUIVI GROSSISSEMENT DES FRUITS

VIGUEUR

MESURES À LA RÉCOLTE

CALIBRE POIDS MOYEN FERMETÉ

SUIVI CONSERVATION TAUX DE SUCRE

RENDEMENT DE CHAQUE MODALITÉ

AVANT LA RÉCOLTE

QUALITÉ DU BOIS RETOUR À LA FLEUR

Mesures à la récolte (suite)

- **POUR LES PÊCHES :** les analyses sont réalisées par l'automate Pimprenelle® sur le site de Marsillargues (34). Cet automate nous permettra de compléter les informations par des valeurs d'acidité.

NB : unité de la fermeté par Pimprenelle® kg/cm²

- **POUR LES ABRICOTS :** la fermeté est analysée à l'aide d'un Durofel®, une mesure sur chaque « joue » de fruit étant réalisée. Le taux de sucre est mesuré à l'aide d'un réfractomètre. Pour ce faire, les fruits sont préalablement broyés. Entre chaque notation le réfractomètre est soigneusement nettoyé.

NB : unité de la fermeté par le Durofel® ID (Indice Durofel)

Suivi conservation (sur la variété de pêche tardive - saison)

Déterminer le calibre dominant du passage de récolte. Choisir trente à quarante-quatre fruits par répétition selon le calibre dominant. Disposer les fruits dans les alvéoles afin qu'ils ne se touchent pas. Les fruits doivent être homogènes et choisis avec précaution, ils seront d'aspects sains, sans plaie ouverte. Les fruits doivent avoir une maturité comparable.

À partir du jour de la mise en conservation, un suivi tous les 2-3 jours est réalisé. Il consiste à examiner les fruits un à un et dénombrer le nombre de fruits pourris. Le suivi dure deux semaines à partir du jour de la mise en conservation.

Autres mesures agronomiques

- **QUALITÉ DE BOIS :** Sur dix rameaux par parcelle élémentaire, sur les arbres centraux, d'une longueur de 40 à 60 cm, comptabiliser le nombre de bourgeons à bois et de bourgeons à fleurs. Une analyse de rameaux est souhaitable pour venir compléter cette observation de qualité de bois.
Cette notation est réalisée dans l'hiver pour la pêche et entre le stade B et D pour l'abricot.
- **RETOUR À FLEUR :** lors de la floraison, attribuer une note de floribondité de 0 à 9 par parcelle élémentaire.



Suivi parasitisme

• CONTRÔLE DE L'ÉTAT SANITAIRE DES VERGERS

Tous les 15 jours, un contrôle visuel permet de contrôler de l'état sanitaire des vergers et de vérifier si le changement de pratique hydrique influe le comportement des bio-agresseurs.

• NOTATIONS BIO-AGRESSEURS

Dès lors qu'un bio-agresseur fait son apparition, si l'on constate une différence de pression entre les différentes modalités, déclenchement :

- une notation de présence / absence ;
- une quantification de la pression par système de note ou de notations plus précises.

Le protocole de notation sera mis en place par le / les responsables en fonction du type de notation et du bio-agresseur à réaliser.



ZOOM SUR L'ACTION 1

Synthèse de trois années de climat

Une étude du climat a également été réalisée entre 2020 et 2022. Les mesures de pluviométrie, température et hygrométrie, ont été relevées durant les trois ans du projet, grâce à l'implantation d'une station météorologique au cœur du verger de pêche précoce.

La mesure d'Évapo-Transpiration Potentielle (ETP), a quant à elle été relevée par la station de la Samatane du réseau météorologique régional, géré par le Criiam Sud. Centrale sur le territoire de la Crau, cette station sert habituellement de référence aux producteurs pour les mesures d'ETP. Correspondant à l'essentiel de la « saison » de culture, seule la période du 1^{er} avril au 30 septembre a servi de référence.

PLUVIOMÉTRIE ET TEMPÉRATURE

Le graphique suivant représente pour chaque année, entre début avril et fin septembre :

- le cumul de pluies pour chaque quinzaine (exprimé en mm) ;
- la moyenne des températures maximales pour chaque quinzaine (exprimée en °C).

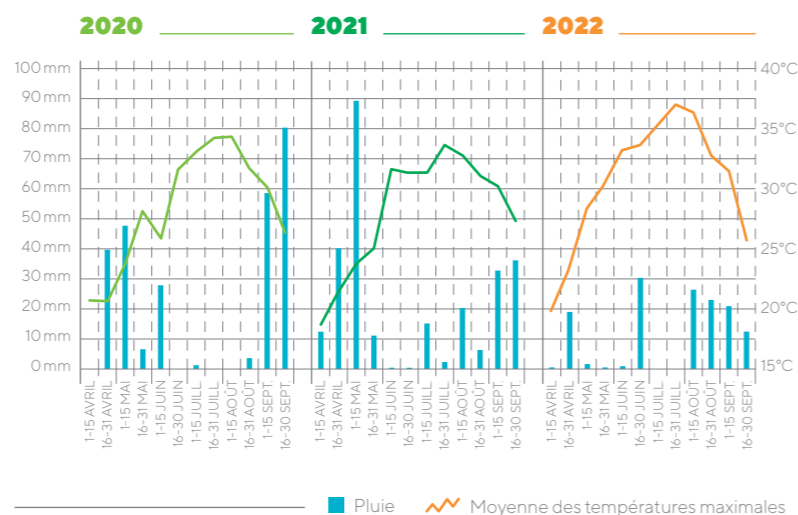
Pluviométrie

En 2020 et 2021, la pluviométrie est proche de 265 mm sur six mois, avec des pluies principalement réparties au printemps (avril-mai) et à l'automne (septembre), et très peu de pluies en été ; c'est le schéma classique en climat méditerranéen.

En 2022, la pluviométrie est de 135 mm en six mois, soit presque 2 fois moins que les années précédentes ; avec une pluviométrie très faible au printemps, qui a succédé à un hiver peu pluvieux aussi (36 mm de pluie entre début janvier et fin mai).

Cette pluviométrie très faible jusqu'à la mi-août s'est traduite logiquement par une humidité de l'air plus basse que les années précédentes pendant toute la saison, en particulier la nuit ; on compte 29 journées en 2022 avec une hygrométrie moyenne inférieure à 50 %, soit deux fois plus que les années précédentes.

PLUIE + TEMPÉRATURE MAXIMALE



Températures

Notons d'abord les gels printaniers assez forts de 2021 et 2022, qui ont touché sévèrement plusieurs secteurs de la Crau (en particulier l'épisode de gel du 8 avril 2021). Sur les parcelles étudiées, les gels ont eu un effet limité, mais ils ont pu entraîner des hétérogénéités de charge au sein des parcelles.

En concentrant l'analyse sur les températures maximales mesurées au sein du verger, l'on observe que le nombre de journées où la température a dépassé 33°C, est de 75 en 2022, contre 43 en 2020 et 29 en 2021...

Ce qui démontre le caractère exceptionnel de chaleur de l'année 2022 par rapport aux années précédentes. L'année 2021, quant à elle, est la moins chaude des trois années du projet.

ÉVAPO-TRANSPIRATION POTENTIELLE (ETP)

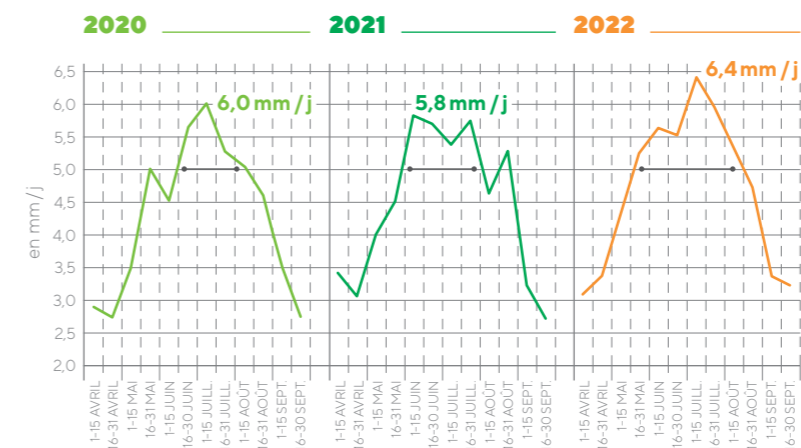
L'Évapo-Transpiration Potentielle (ETP) représente le besoin en eau d'une fétuque. Le besoin théorique en eau de nombreuses cultures, dont les pêcheurs et abricotiers, peut se calculer à partir de l'ETP à partir de coefficients culturaux établis par des centres techniques de référence. L'ETP se calcule en fonction du climat (température, hygrométrie...) et s'exprime en mm / jour.

L'année 2022 se distingue à nouveau, avec une ETP plus importante qu'en 2020 et 2021. L'écart est particulièrement marqué dès le mois de mai (+ 0,5 mm / jour par rapport aux années précédentes), ainsi qu'au mois de juillet (+ 0,6 mm / jour).

La somme des ETP sur quatre mois, entre mi-mai et mi-septembre, est de 650 mm en 2022, contre 605 mm en 2019 (dernière année de sécheresse).

ETP MOYENNE SUR 15 JOURS (SAINT-MARTIN-DE-CRAU)

Représente l'ETP moyenne par quinzaine, entre début avril et fin septembre.



CONCLUSION

Le projet s'est déroulé sur trois années ayant subi un climat différent :

- En 2020, le climat a été considéré comme « normal », avec des pluies de printemps et une sécheresse estivale classique ;
- En 2021, un peu plus frais et humide, il a connu un peu plus de pluies au printemps, et de petites pluies réparties sur l'été, avec des températures maximales moins élevées ;
- En 2022, le climat a été exceptionnellement sec et chaud ; très peu de pluie de janvier à août, un air plus sec et un nombre plus important de journées chaudes que les années précédentes.

Au regard de nos expérimentations sur les restrictions d'irrigation estivales, on peut ainsi garder en mémoire que le climat 2022 a été particulièrement exigeant pour les arbres, alors que le climat 2021 avait été plus facile à supporter.

Abricot rouge

VARIÉTÉ TARDIVE RUBYNGO® 3.13.157



PORTE GREFFE INRA AMANDIER X PECHER GF 677



IMPLANTATION EN FÉVRIER 2017
(VERGER EN PHASE D'INSTALLATION DEPUIS 2018)

▸ CARACTÉRISTIQUE DE LA PARCELLE

La parcelle a une surface de 0,5 ha. Le verger est planté sur butte (h 0,5 m x 14 m) et conduit en gobelet à 6 m entre les rangs et 3 m sur le rang. L'irrigation localisée est de type goutte-à-goutte double rampe. L'alimentation hydro-minérale est assurée par fertirrigation. Les goutteurs autorégulants sont espacés de 50 cm avec un débit de 2 l/h.

Texture de sol : limino-argilo-sableuse • MO : 2,64 %

▸ CALENDRIER CULTURAL

- Floraison : du 25 février au 30 mars.
- Éclaircissage des fruits : du 19 avril au 18 mai.
- Récoltes : entre le 20 juin et le 7 juillet selon les années.
- Taille en vert : entre le 2 et 10 août.

▸ CARACTÉRISATION DE LA VARIÉTÉ

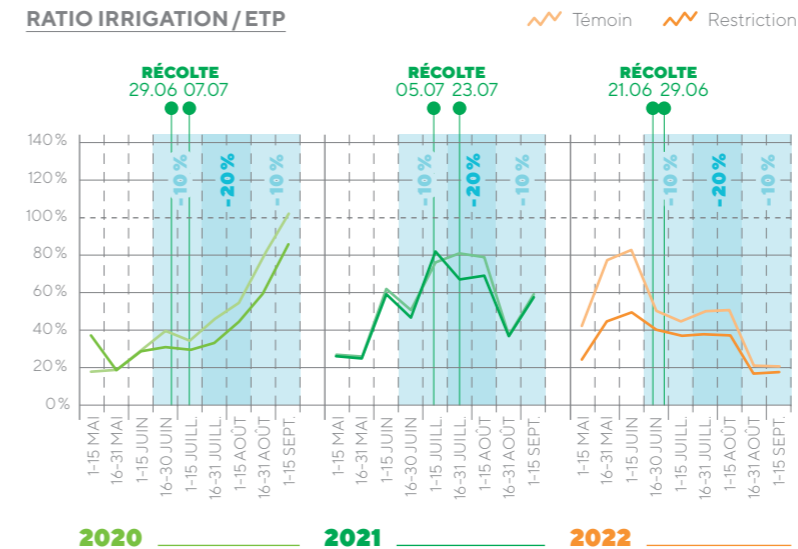
- Vigueur : forte.
- Mise à fruits : moyenne.
- Période de maturité : entre le 20 et 30 juin.
- Potentiel de production : élevé.
- Calibre dominant : AA (majoritaire) - AAA.
- Irrigation producteur : moyenne de 330 mm.
- Caractéristiques particulières : dominance rouge avec un peu de jaune (Blush). Les branches s'affaissent avant récolte puis remontent après. Gros bourgeon. Sensible à la fumure.



Bonne gestion des bio-agresseurs

▸ IRRIGATION ET RESTRICTION

RATIO IRRIGATION / ETP



▸ LES STRATÉGIES D'IRRIGATION

Les stratégies d'irrigation ont été différentes d'une année à l'autre :

- En 2020, les abricotiers sont en 4^{ème} feuille, l'irrigation est limitée jusqu'au mois d'août (40 à 50 % de l'ETP au maximum), puis elle est augmentée en août et septembre pour relancer la pousse des arbres;
- En 2021, l'irrigation est freinée juste avant récolte, puis remonte à 80 % de l'ETP;
- En 2022, l'irrigation est montée à 80 % avant récolte, puis redescendue à 50 % de l'ETP après récolte.

Restriction appliquée en %	2020	2021	2022
Mi-mai > mi-juin	-8%	-2%	-40%
Mi-juin > mi-juillet	-21%	-1%	-12%
Mi-juillet > mi-août	-24%	-20%	-22%
Mi-août > mi-septembre	-20%	-10%	-11%

- En 2020, l'irrigation est légèrement plus basse en zone restreinte, même avant le démarrage des restrictions. L'application des 10 et 20 % de restriction s'ajoute à ce déséquilibre.
- En 2021, le déséquilibre n'est plus présent, mais l'application de la restriction à 10 % entre mi-juin et mi-juillet est faussée par la fermeture de la 2^{ème} rampe de la zone témoin avant récolte, pendant 10 jours; la zone restreinte a donc été avantagée juste avant récolte.
- En 2022, un bouchage partiel d'une des rampes d'irrigation a causé une forte restriction en début de saison dans la zone restreinte (restriction estimée entre 30 et 50 %, d'avril à mi-juin). À la mi-juin, la rampe était débouchée, et les taux de restriction prévus ont pu être appliqués.

	2020	2021	2022
Irrigation entre mi-mai et mi-septembre	289 mm	366 mm	334 mm
Économies d'eau réalisées	53 mm	30 mm	30 mm entre mi-juin et mi-septembre (+60 à 100 mm entre début avril et mi-juin)

▸ TENSIONS DU SOL

En 2020

● IMPACT MODÉRÉ

En juin, on a des dynamiques de tension très différentes dans les deux modalités, il est difficile de voir un effet de la restriction.

En juillet, les tensions sont très hautes, on ne peut pas voir d'écart.

En août, on voit nettement que le bulbe d'irrigation est plus long à se reformer dans la zone restreinte (après la hausse des apports dans les deux modalités, les tensions redescendent avec 2 semaines de retard à 25 cm de profondeur, et avec 4 semaines de retard à 50 cm).

En 2021

● PAS D'IMPACT VISIBLE

Les tensions sont restées le plus souvent dans le confort, sans différence entre les deux modalités. Et lorsque les tensions sont sorties du confort, dans les semaines avant récolte ou après la mi-août, elles ont été plus hautes dans la zone témoin que dans la zone restreinte (c'est l'inverse de ce qu'on attendait).

En 2022

● IMPACT MODÉRÉ

La restriction involontaire de printemps a causé une montée des tensions un peu plus rapide en zone restreinte (10 à 15 jours d'avance pour atteindre 240 cbars sur la 1^{ère} quinzaine de juin).

Pendant la restriction estivale, les tensions sont le plus souvent restées très hautes, ce qui ne nous permet pas de voir les écarts; on peut juste noter que les pluies ont fait plus d'effet sur les tensions de la zone restreinte.

Économies d'eau réalisées



300 m³ / ha

La restriction estivale permet une économie d'eau assez limitée, autour de 30 mm sur une année normale (soit 300 m³ / ha), car elle s'applique surtout sur des irrigations post-récolte, au volume modéré.

ÉTAT HYDRIQUE DES ARBRES

En 2020

- CROISSANCE > **IMPACT FORT**
- AMPLITUDES DE CONTRACTION > **IMPACT FORT**

La restriction a nettement limité la croissance en diamètre des jeunes arbres de mi-juin à mi-septembre (2,3 mm de croissance en 4 mois, contre 4,3 mm en zone témoin). Les arbres étant jeunes et en forte croissance, la restriction n'a pas causé de stress hydrique, ni d'arrêt de croissance, mais juste un ralentissement.

La restriction a aussi causé une hausse des amplitudes de contraction entre mi-juin et mi-juillet, en période de récolte.

En 2021

- CROISSANCE >
- **PAS D'IMPACT (RESTRICTION ESTIVALE)**
- **IMPACT FORT (RESTRICTION FIN JUIN)**

- AMPLITUDES DE CONTRACTION >
- **PAS D'IMPACT (RESTRICTION ESTIVALE)**
- **IMPACT FORT (RESTRICTION FIN JUIN)**

En 2021, la principale baisse des irrigations est celle faite par le producteur avant récolte dans les deux modalités, avec une irrigation limitée à 50% de l'ETP sur la 2^{ème} quinzaine de juin.

Cela s'est traduit par un arrêt de croissance et une hausse des amplitudes, sur tous les arbres (témoins et restreints).

Les restrictions de 20% et 10% qui ont été appliquées ensuite n'ont eu qu'un effet limité sur la zone restreinte (1 stress fin août).

En 2022

- CROISSANCE >
- **PAS D'IMPACT (RESTRICTION ESTIVALE)**
- **IMPACT FORT (RESTRICTION PRINTANIÈRE)**

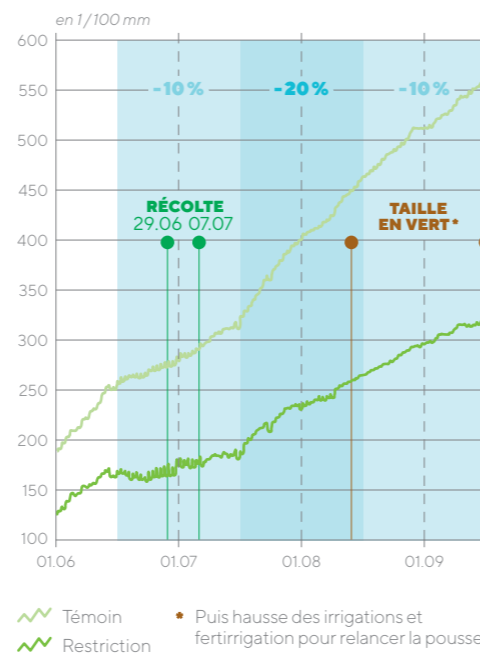
- AMPLITUDES DE CONTRACTION >
- **PAS D'IMPACT (RESTRICTION ESTIVALE)**
- **IMPACT FORT (RESTRICTION PRINTANIÈRE)**

La restriction printanière involontaire de 30 à 50% a eu beaucoup plus d'effet sur les arbres que les restrictions estivales de 10 et 20%, qui passent presque inaperçues.

Dès le mois de mai, en zone restreinte, les amplitudes augmentent nettement et la croissance commence à ralentir, avant de s'arrêter (alors qu'en zone témoin, les amplitudes restent modérées et la croissance continue).

Croissance en 4 mois	Témoin	Restreint
Saison 2020	4,3 mm	2,5 mm
Saison 2021	2,1 mm	2,7 mm
Saison 2022	1,5 mm	1,0 mm
Total	7,9 mm	6,2 mm

IMPACT SUR L'ÉTAT HYDRIQUE DE L'ARBRE (PEPISTA SAISON 2020)



SYNTHÈSE AGRONOMIQUE

Production

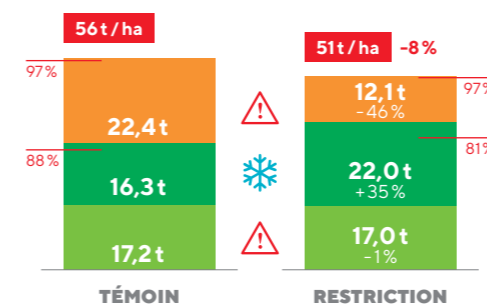
Les observations ont été réalisées lors de passages différents. En 2020, les analyses ont été réalisées sur le second et dernier passage de récolte le 7 juillet. Une mauvaise communication et coordination ont permis de ne récupérer que les données de production pour chaque modalité.

En 2021, les observations ont été réalisées le 8 juillet pendant le deuxième passage de récolte.

En 2022, les mesures ont été réalisées sur le second passage de récolte du 24 juin. Toutefois, une donnée manquante sur les quantités récoltées lors du premier passage de récolte sur chacune des modalités impose de rester prudent cette année.

Pour la production 2020, la légère baisse de production pourrait être en lien avec la restriction hydrique, mais sans le reste des données agronomiques, il est impossible de l'affirmer.

RENDEMENTS CUMULÉS



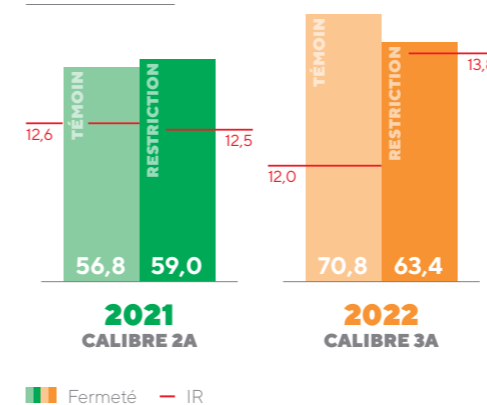
En ce qui concerne la campagne 2021, l'épisode de gel a créé une hétérogénéité de charge dans la parcelle d'essai qui se ressent dans les rendements.

Pour 2022, l'absence d'information du premier passage de récolte autorise seulement de faire des hypothèses quant à l'impact d'une telle restriction sur la production.

Qualité des fruits

Pour chaque répétition, une analyse de la qualité des fruits est réalisée sur le calibre dominant. Il n'existe pas de données pour 2020. Malgré la différence de charge en 2021 et la forte restriction sur le témoin, les fruits sont de même maturité et les taux de sucre sont très comparables.

IR & FERMETÉ



En revanche, il semblerait qu'en 2022, la forte restriction hydrique du printemps ait stressé les arbres générant une maturité plus avancée dans la partie Restriction (fermeté plus faible et taux de sucre plus élevée).

Avec ces deux cas différents il n'est pas possible d'affirmer qu'un stress hydrique en approche de récolte augmente les taux de sucre.

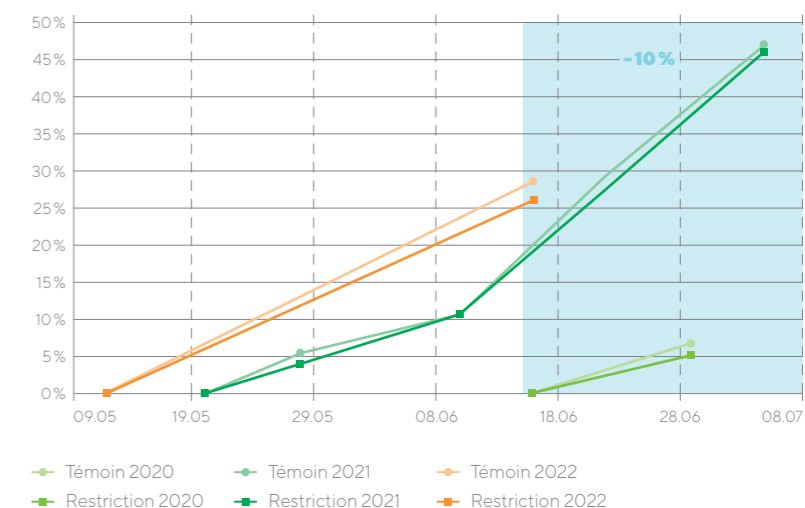
Comportement du verger

En raison des différentes interventions de taille en cours de saison favorisant la fructification des années suivantes, le suivi de croissance de pousses dans de bonnes conditions n'a pas pu être réalisé. Nous nous sommes concentrés sur le suivi de la croissance des fruits.

Comme les calibres et la proportion de 2A et % étaient très proches à la récolte entre les deux modalités, ces tendances se retrouvent sur les graphiques avec des taux d'accroissement très peu différents.

D'autres mesures ont été réalisées comme un contrôle de l'état sanitaire du verger. Le verger a subi des attaques de différents bioagresseurs mais les restrictions hydriques n'ont pas influencé les intensités d'attaques.

TAUX D'ACCROISSEMENT DES FRUITS



Synthèse des trois ans

Les expérimentations de restriction sur cette parcelle ne permettent pas de conclure à l'impact sur une production d'abricot. En effet, trop d'accidents (météorologique ou expérimentaux) sont intervenus pour permettre de tirer des conclusions. Cependant, la dernière année d'expérimentation et les résultats interrogent : quel serait l'impact si l'on appliquait une restriction (plus sévère) au printemps ?

Nectarine jaune

VARIÉTÉ PRÉCOCE BIG FIRE®



PORTE GREFFE INRA AMANDIER X PECHER GF 677



IMPLANTATION : FÉVRIER 2014 (VERGER EN 9^{ÈME} FEUILLE)

► CARACTÉRISTIQUE DE LA PARCELLE

La parcelle a une surface de 1,15 ha. Le verger est planté sur butte (h 0,5 m x l 4 m) et conduit en gobelet à 6 m entre les rangs et 3 m sur le rang.

L'irrigation localisée est de type goutte-à-goutte double rampe.

L'alimentation hydro-minérale est assurée par fertirrigation.

Les goutteurs auto-régulants sont espacés de 1 m avec un débit de 2 l/h.

Texture de sol : sable argilo-limoneux • Pierrosité : 10% • MO : 2,05%

► CALENDRIER CULTURAL

- **Floraison précoce** : du 20 février au 25 mars.
- **Éclaircissage des fruits** : début mai.
- **Récoltes** : entre le 29 mai et le 5 juillet selon les années.
- **Taille en vert** : après récolte en juillet.
Défoliation importante du verger pendant l'été.

► CARACTÉRISATION DE LA VARIÉTÉ

- **Vigueur** : forte.
- **Mise à fruits** : moyenne.
- **Période de maturité** : entre le 8 et 15 juin.
- **Potentiel de production** : normal à moyen.
- **Calibre dominant** : A - B (majoritaire).
- **Irrigation producteur** : moyenne de 331 mm.
- **Caractéristiques particulières** : défeuillaison en bas des arbres et perte de bois en bas du tronc. Fort potentiel en bourgeon.



► IRRIGATION ET RESTRICTION

Restriction appliquée en %	2020	2021	2022
Mi-mai > mi-juin	+6%	+10%	-8%
Mi-juin > mi-juillet	-15%	-17%	-10%
Mi-juillet > mi-août	-13%	-12%	-21%
Mi-août > mi-septembre	-5%	+1%	-7%

Dans cette parcelle, la zone choisie comme « zone restreinte » a reçu naturellement un surplus d'irrigation de 6 à 10 % (certainement en raison d'une pression supérieure en début de rang).

En 2020 et 2021, des restrictions de 10 à 20 % sur le temps d'irrigation ont été appliquées, sans tenir compte de cet écart naturel ; ainsi, la zone restreinte a été « avantagée » par l'irrigation jusqu'à la mi-juin, c'est-à-dire dans les semaines avant récolte.

En 2022, un rééquilibrage de l'irrigation des deux zones a été réalisé dès le mois de mai, traduit par une restriction de 10 % dès la mi-mai : cette année, la zone restreinte s'est donc retrouvée « désavantagée » avant sa récolte.

	2020	2021	2022
Irrigation entre mi-mai et mi-septembre	260 mm	400 mm	335 mm
Économies d'eau réalisées	18 mm	27 mm	28 mm (+9 mm de mi-mai à mi-juin)

Économies d'eau réalisées



180-280 m³ / ha

Pour les pêches précoces, la restriction étant réalisée sur une période essentiellement post-récolte, avec des irrigations déjà réduites, l'économie d'eau réalisée est assez faible : 18 à 28 mm en 3 mois, soit 180 à 280 m³ / ha.

► TENSIONS DU SOL

En 2020

● IMPACT FAIBLE

La restriction a été appliquée sur une période post-récolte, avec des tensions rapidement très hautes.

Effet de la restriction : à la fin juin, les tensions à 50 cm de profondeur sont montées un peu plus vite dans la zone restreinte.

En 2021

● IMPACT FORT

Pendant toute la période de restriction, les tensions ont été plus hautes dans la zone restreinte. Les écarts de tension sont montés à 50 cbars lors de la 1^{ère} période de restriction, puis à 100 cbars lors de la 2^{ème} période de restriction.

La restriction a eu pour effet de restreindre le bulbe d'irrigation d'abord en profondeur, puis en largeur.

En 2022

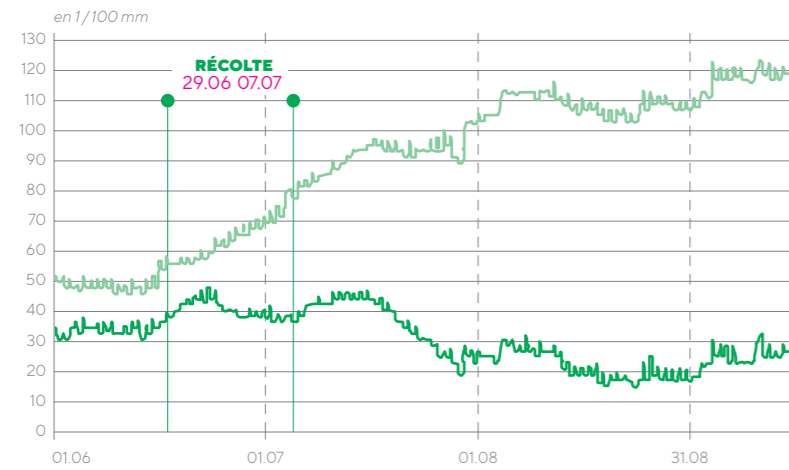
● PAS D'IMPACT NET

Les tensions en 2022 sont montées rapidement en début de saison, et sont restées très hautes tout l'été.

Le seul effet visible serait en fin d'été, lors des pluies, avec une descente des tensions plus importante en zone restreinte. À confirmer, par la suite.

L'impact de la restriction sur les tensions est visible lors de l'été 2021, mais peu ou pas lors des autres années.

IMPACT SUR L'ÉTAT HYDRIQUE DE L'ARBRE (PEPISTA SAISON 2021)



ÉTAT HYDRIQUE DES ARBRES

En 2020

- CROISSANCE › PAS D'IMPACT
- AMPLITUDES DE CONTRACTION › PAS D'IMPACT

Dynamique très semblable entre les arbres témoins et restreints, avant et après le démarrage des restrictions.

Croissance globale équivalente, voire légèrement meilleure sur la zone restreinte (qui est naturellement un peu plus arrosée en début de saison).

En 2021

- CROISSANCE › IMPACT FORT
- AMPLITUDES DE CONTRACTION › PAS D'IMPACT

La restriction a causé plusieurs périodes de stress hydriques entre mi-juin et fin juillet, en lien avec des tensions plus hautes en zone restreinte.

La restriction a limité fortement la croissance globale (0,1 mm en 4 mois, contre 0,8 mm sur les arbres témoin).

En 2022

- CROISSANCE › PAS D'IMPACT DE LA RESTRICTION ESTIVALE
- IMPACT FORT DE LA RESTRICTION DE MI-MAI
- AMPLITUDES DE CONTRACTION › IMPACT FAIBLE

En 2022, la restriction a démarré dès la mi-mai, et elle a eu un effet net dans cette phase avant récolte : plusieurs stress hydriques, avec une perte de diamètre ; les arbres étaient dans un mauvais état hydrique.

Une fois la récolte passée, le comportement des arbres restreints est devenu semblable à celui des arbres témoins, sauf pour les amplitudes qui sont moins montées. On a globalement une bonne croissance sur les arbres restreints sur la saison, à cause de la perte de diamètre avant la mi-juin.

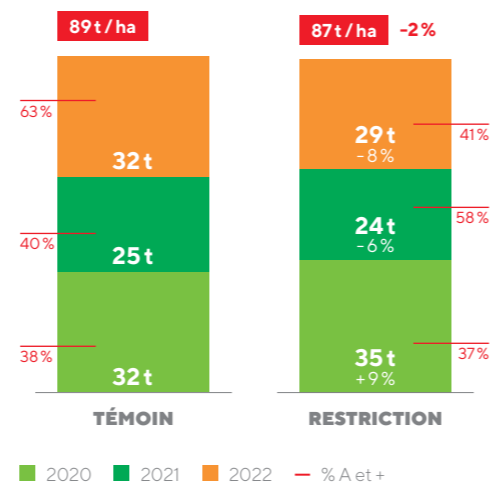
SYNTHÈSE AGRONOMIQUE

Production

Pendant les trois années du projet, toutes les observations ont été réalisées sur les seconds passages de récolte, soient les 16 juin 2020, 22 juin 2021 et 15 juin 2022.

Cette variété précoce ne devait pas être trop concernée par les restrictions hydriques en approche de récolte. Or l'analyse de l'irrigation a montré que souvent, la modalité « restriction » a été légèrement surirriguée par rapport au témoin. Seule la dernière année a bien reçu une restriction en dehors des plages de restrictions prévues par le protocole.

RENDEMENTS CUMULÉS



NB : Il est à noter qu'en 2021 la période de gel de début avril, a pu engendrer une hétérogénéité de charge sur la parcelle malgré la protection mise en place.

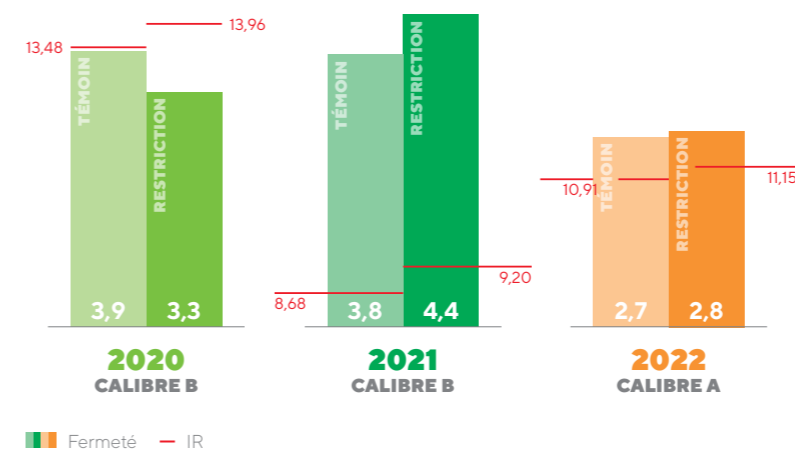
Globalement les deux modalités ont un comportement comparable : 2 t / ha de différence de production, expliquée par des conditions annuelles spécifiques.

Concernant l'écart de production sur l'année 2022, il est à rappeler que la restriction est intervenue un mois avant le premier passage de récolte. Et que dans ces conditions nous observons un impact sur le rendement et la répartition de calibre.

Pour les deux autres années, étant donné la légère sur-irrigation de la modalité « restriction » ou l'absence de différenciation hydrique à cause de la précocité de la variété, il n'a pas été observé de grande différence entre les deux modalités.

Le % de A et + est supérieur en 2021 sur la modalité « restriction » est expliqué par une charge un peu moins élevée ce qui a profité au calibre.

IR & FERMETÉ



Qualité des fruits

Les fruits du calibre dominant sont analysés afin de voir s'il y a un impact sur la qualité des fruits. La qualité des fruits est directement corrélée aux conditions météo de l'année, la charge, le calibre sur lequel sont réalisées les mesures.

On observe des comportements très différents selon les années. En 2021, le printemps avait été frais et humide ce qui globalement dans le sud avait pénalisé les taux de sucre.

Les taux de sucre sont en tendance plus haut dans la modalité « restriction » mais ne semble pas directement liés avec une réduction d'eau comme le montrent les résultats 2020 et 2021

D'autres mesures ont été réalisées comme un suivi en conservation de la récolte qui n'a pas permis de d'apporter d'éléments complémentaires pour discriminer les modalités.

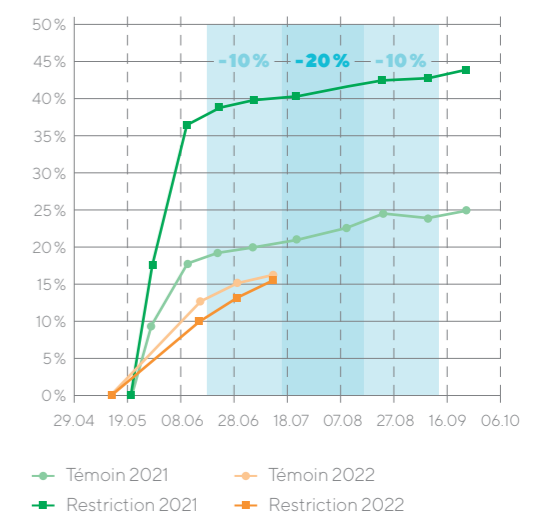
Comportement du verger

Un suivi de la croissance des pousses et des fruits a été réalisé tout au long de la saison. La modalité « restriction » a un taux d'accroissement supérieur à celui du témoin.

Pour 2022, la croissance est globalement plus faible (stratégie d'irrigations moins confortables) et le taux d'accroissement du témoin est supérieur.

D'autres mesures ont été réalisées comme un suivi du grossissement des fruits ou un contrôle de l'état sanitaire du verger qui n'ont pas permis de discriminer les modalités.

TAUX D'ACCROISSEMENT DES POUSES



Synthèse des trois ans

Pour la parcelle des pêches précoces, la restriction prévue dans le projet de mi-juin à mi-septembre, démarre souvent lorsque la récolte est commencée, voire terminée ; on a donc peu de chances de voir un effet de la restriction sur la récolte de l'année ; ce que nous voulions tester était l'effet de la restriction de l'année N sur l'année N+1 : la restriction qui avait été appliquée l'été précédent allait-elle impacter la production de l'année suivante ? L'impact cumulé sur les trois ans est peu visible.

Nectarine blanche

VARIÉTÉ DE SAISON QUEEN GLORY®



PORTE GREFFE INRA AMANDIER X PECHER GF 677



IMPLANTATION : FÉVRIER 2014 (VERGER EN 9^{ÈME} FEUILLE)

▶ CARACTÉRISTIQUE DE LA PARCELLE

La parcelle a une surface de 1,8 ha. Le verger est planté sur butte (h 0,5 m x l 4 m) et conduit en gobelet à 6 m entre les rangs et 3 m sur le rang. L'irrigation localisée est de type goutte-à-goutte double rampe puis triple rampe. L'alimentation hydro-minérale est assurée par fertirrigation. Les goutteurs auto-régulants sont espacés de 1 m avec un débit de 2 l/h.

Texture de sol : limono-argilo-sableuse • Pierrosité : 45 % • MO : 2,62 %

▶ CALENDRIER CULTURAL

- Floraison précoce : du 25 février au 30 mars.
- Éclaircissage des fruits : du 6 au 15 mai selon les années.
- Récoltes : du 23 juillet au 23 août selon les années.
- Taille en vert : fin juillet.

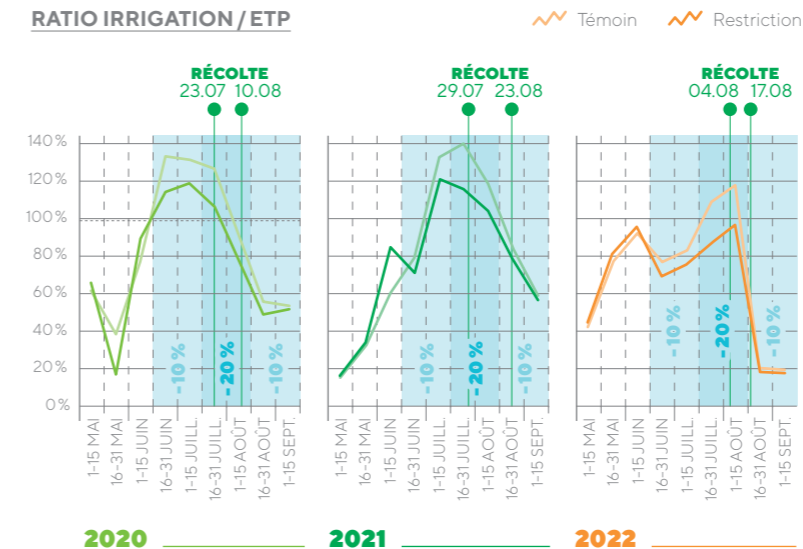
▶ CARACTÉRISATION DE LA VARIÉTÉ

- Vigueur : forte.
- Mise à fruits : rapide à moyenne.
- Période de maturité : entre le 2 et 4 août.
- Potentiel de production : normal (40 - 45 t / ha).
- Calibre dominant : A (majoritaire) - AA.
- Irrigation producteur : moyenne de 561 mm.
- Caractéristiques particulières : l'arbre a tendance à s'affaïsser. Déstructuration cellulaire. Sensible à la fumure.



▶ IRRIGATION ET RESTRICTION

RATIO IRRIGATION / ETP



La stratégie d'irrigation du producteur a été différente suivant les années :

- en 2020 et 2021 : les irrigations en zone témoin ont été confortables avant récolte, avec un apport supérieur à 120 % de l'ETP pendant 4 à 6 semaines ; même avec une restriction de 20 %, les apports sont restés supérieurs à l'ETP ;
- en 2022 : les irrigations de la zone témoin ont été plus limitées, avec une hausse des apports juste avant récolte, entre 100 et 120 % de l'ETP ; avec l'application des restrictions, les irrigations sont restées inférieures à l'ETP.

Restriction appliquée en %	2020	2021	2022
Mi-mai > mi-juin	-3%	+19%	+2%
Mi-juin > mi-juillet	-17%	-14%	-13%
Mi-juillet > mi-août	-20%	-20%	-22%
Mi-août > mi-septembre	-12%	+10%	-9%

Les périodes de restriction à 10 %, 20 % et 10 % ont été globalement respectées sur cette parcelle, hormis sur la 1^{ère} période de restriction qui a été un peu plus élevée que prévue, surtout en 2020.

En 2021, entre mi-mai et mi-juin, l'irrigation a été plus élevée en zone restreinte, suite à l'ouverture de la 3^{ème} rampe d'irrigation uniquement en zone restreinte. La zone restreinte a donc été favorisée début juin, à 8 semaines de la récolte.

	2020	2021	2022
Irrigation entre mi-mai et mi-septembre	561 mm	562 mm	509 mm
Économies d'eau réalisées	80 mm	75 mm	68 mm

▶ TENSIONS DU SOL

En 2020

● IMPACT FORT

La restriction a eu un effet marqué sur les tensions à 50 cm, pendant toute la période de restriction. L'écart entre zone témoin et zone restreinte est monté progressivement, pour rester autour de 150 cbars pendant plusieurs semaines (lors de la récolte).

Pas d'effet significatif sur les tensions à 25 cm.

En 2021

● IMPACT FORT

La restriction a eu un effet important sur les tensions à 25 cm et à 50 cm de profondeur, surtout pendant la période de restriction à 20 %. L'écart a augmenté progressivement, pour rester autour de 150 cbars à 25 cm et 100 cbars à 50 cm pendant plusieurs semaines en août.

En 2022

● IMPACT DUR À DÉFINIR

De façon étonnante, on a d'abord des tensions un peu plus faibles en zone restreinte, jusqu'à fin juillet. Puis la situation s'inverse en août : les tensions deviennent alors plus élevées en zone restreinte.

L'écart initial de tensions pourrait s'expliquer par l'écart de tonnage : la zone témoin étant plus chargée en fruits, les arbres pourraient consommer plus d'eau par leur système racinaire.

L'écart en août semble plus lié à un effet de la restriction des irrigations, qui apparait surtout après récolte.

Économies d'eau réalisées



680-800 m³ / ha

Pour la pêche de saison, l'économie d'eau réalisée est importante, de 68 à 80 mm (soit 680 à 800 m³ / ha), car les restrictions estivales sont appliquées sur des irrigations importantes.

ÉTAT HYDRIQUE DES ARBRES

En 2020

- CROISSANCE > PAS D'IMPACT
- AMPLITUDES DE CONTRACTION > PAS D'IMPACT

La restriction semble rendre les arbres plus sensibles aux aléas d'irrigation, on note 2 stress sur les arbres restreints, fin juillet et fin août, et aucun sur les arbres témoin. Mais cela n'impacte pas la croissance globale des arbres sur la saison.

En 2021

- CROISSANCE > IMPACT LÉGER
- AMPLITUDES DE CONTRACTION > PAS D'IMPACT

La restriction semble limiter un peu la croissance des arbres, surtout entre mi-juillet et mi-août.

La restriction semble rendre les arbres plus sensibles aux aléas d'irrigation ou à des périodes de canicule, avec un écart important de comportement fin juin.

En 2022

- CROISSANCE > IMPACT FORT
- AMPLITUDES DE CONTRACTION > IMPACT DIFFICILE À DÉFINIR

La croissance des arbres restreints s'est arrêtée dès la fin juin, alors qu'une légère croissance se poursuivait en zone témoin. Ce blocage de croissance a duré jusqu'en fin de saison.

Puis, lors de la forte baisse des apports en post-récolte, les arbres restreints ont eu un stress marqué dès la mi-août; alors que les arbres témoins n'ont stressé que 2 semaines plus tard.

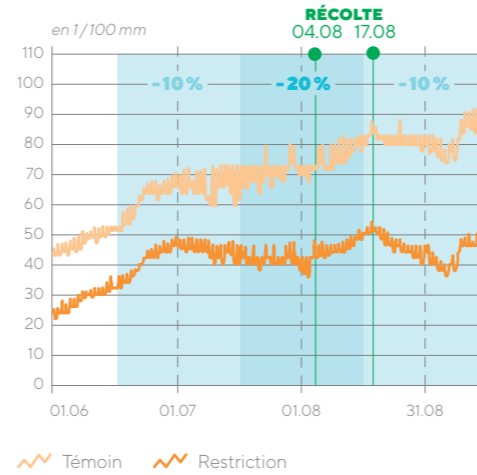
Pour les amplitudes : de façon étonnante, on a noté des amplitudes nettement plus fortes en zone témoin qu'en zone restreinte, de mi-juin à mi-septembre; cela pourrait s'expliquer par la charge en fruits plus importante, éventuellement couplée à une autorégulation des arbres restreints.

Pour la pêche de saison, la restriction semble avoir rendu les arbres plus sensibles aux aléas d'irrigation et semble avoir limité la croissance en diamètre des branches pendant la saison.

On peut noter qu'en 2021, l'effet s'est fait ressentir fin juillet-début août, alors qu'en 2022, l'effet a été plus précoce, dès la fin juin. Cette précocité semble liée à une stratégie d'irrigation plus limitante en 2022, où les arbres auraient été impactés dès la restriction à 10%; mais elle pourrait aussi annoncer un effet cumulatif de la restriction sur les arbres pendant 3 années consécutives.

Croissance en 4 mois	Moyenne des témoins	Moyenne des restreints
Saison 2020	0,40 mm	0,80 mm
Saison 2021	1,00 mm	0,50 mm
Saison 2022	0,95 mm	0,40 mm
Total	2,35 mm	1,70 mm

IMPACT SUR L'ÉTAT HYDRIQUE DE L'ARBRE (PEPISTA SAISON 2022)



SYNTHÈSE AGRONOMIQUE

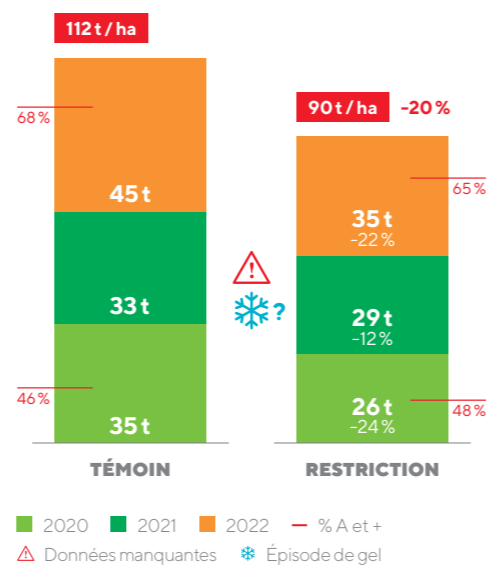
Production

Les observations ont été réalisées sur des passages différents.

En 2020, les analyses ont été faites sur le deuxième passage de récolte le 28 juillet. En 2021, les observations ont été réalisées le 10 août sur le troisième passage en raison d'un épisode orageux. Ce passage n'était pas le passage de récolte le plus représentatif.

En 2022, les mesures ont été réalisées sur le premier passage de récolte le 4 août, le plus important.

RENDEMENTS CUMULÉS



NB : pour 2021, les données recueillies sur le troisième passage étant très différentes des autres années, aucun résultat n'est présenté. Mais à titre indicatif, il n'existait pas de différences entre les deux modalités sur la répartition de calibre.

Au regard des performances agronomiques cumulées, il semblerait qu'il y ait un effet de la restriction chaque année. Cependant avec les pratiques d'irrigations mises en vis-à-vis, il n'est pas possible d'en être certains. En effet, lors des notations hivernales du nombre de bourgeons à fleurs et à bois, très peu de différences ont été observées.

De plus lors de l'analyse des pratiques d'irrigations, il semblerait que pour les années 2020 et 2022 il y ait eu de forts à-coups voire des stress hydriques vers le mois de mai. Il se pourrait que ce soit ces accidents qui aient causés les écarts de rendements.

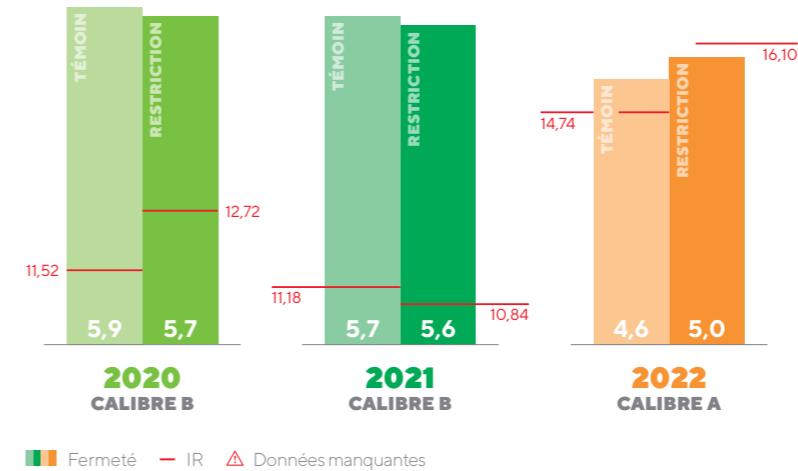
En effet, l'impact des restrictions ne se retrouve pas forcément sur la répartition des calibres lorsque l'on regarde la proportion de A et +, elles sont systématiquement équivalentes pour 2020 et 2022.

Qualité des fruits

Une analyse de la qualité des fruits est réalisée sur le calibre dominant. Pour cette année 2022, les taux de sucres étaient vraiment très hauts, la modalité « restriction » avec sa charge allégée s'est vu augmentée son taux de sucre, comme en 2020. Par contre, à l'inverse de 2020, on note un écart de maturité cette année.

Nous laisserons l'analyse de la campagne 2021, qui est réalisée sur un troisième passage de récolte avec une répartition de calibre vraiment différente des deux autres campagnes.

IR & FERMETÉ



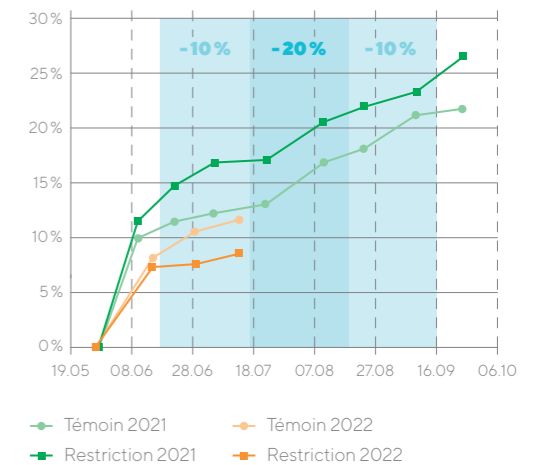
Comportement du verger

Un suivi de la croissance des pousses et des fruits a été réalisé tout au long de la saison. Le suivi du taux d'accroissement des pousses semble correspondre avec les pratiques réalisées chaque année.

En 2021, l'on constate une sur-irrigation puis des irrigations confortables malgré une restriction, expliquant une croissance supérieure dans la modalité « restriction ». Par la suite, le témoin continu sa croissance, mais moins forte, en raison de la charge, supérieure dans cette modalité.

En 2022, les irrigations sont identiques jusqu'au début des restrictions. Puis la tendance est à une croissance supérieure pour le témoin, reflétant la pratique hydrique. La croissance est moins importante, expliquée par une irrigation moins confortable cette année.

TAUX D'ACCROISSEMENT DES POUSES



Synthèse des trois ans

Il semblerait que cette parcelle ait plus marqué les restrictions. Après analyse, les résultats observés semblent être plutôt en lien avec des stress involontaires au mois de mai. Les notations n'étant pas prévues pour vérifier des restrictions hors protocole mis en place, les hypothèses émises devront être vérifiées.

Nectarine blanche

VARIÉTÉ TARDIVE NECTASWEET®
NECTAPERF COV

Suite à un changement sur cette parcelle, nous n'avons pas les données de l'année 2020.



PORTE GREFFE INRA AMANDIER X PECHER GF 677



IMPLANTATION : FÉVRIER 2014
(VERGER EN 3^{ÈME} FEUILLE DE SURGREFFAGE)

► CARACTÉRISTIQUE DE LA PARCELLE

La parcelle a une surface de 1,34 ha. Le verger est planté sur butte (h 0,5 m x 13 m) et conduit en gobelet à 5,5 m entre les rangs et 3,5 m sur le rang. L'irrigation localisée est de type goutte-à-goutte double rampe. L'alimentation hydro-minérale est assurée par fertirrigation. Les goutteurs auto-régulants sont espacés de 1 m avec un débit de 2 l/h.

Texture de sol : limono-argilo-sableuse.

► CALENDRIER CULTURAL

- **Floraison précoce** : fin mars.
- **Éclaircissage des fruits** : fin mai.
- **Récoltes** : du 16 août au 6 septembre.
- **Taille en vert** : fin mai (branches au sol) puis taille le 7 septembre après récolte.

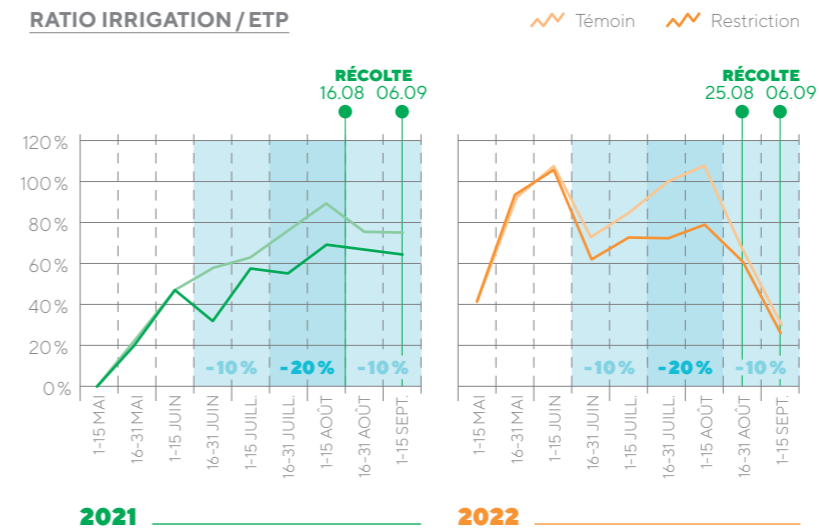
► CARACTÉRISATION DE LA VARIÉTÉ

- **Vigueur** : forte.
- **Mise à fruits** : moyenne.
- **Période de maturité** : environ 30 août.
- **Potentiel de production** : élevé (60 t/ha).
- **Calibre dominant** : A - AA (majoritaire) - AAA
- **Irrigation producteur** : moyenne de 390 mm
- **Caractéristiques particulières** : l'arbre s'écrase et les branches s'affaissent. Sensible à l'Oïdium.



► IRRIGATION ET RESTRICTION

RATIO IRRIGATION / ETP



On note ici aussi une différence de stratégie dans l'irrigation entre 2021 et 2022 :

- en 2021, l'irrigation a été limitée, avec des apports qui ont peu dépassé 80 % de l'ETP, afin de freiner la vigueur de cette parcelle surgreffée, au système aérien encore jeune ;
- en 2022, le verger est entré sur un niveau de production normal, et l'irrigation a été plus importante, atteignant 100 à 110 %.

Restriction appliquée en %	2021	2022
Mi-mai > mi-juin	+6%	+3%
Mi-juin > mi-juillet	-24%	-10%
Mi-juillet > mi-août	-24%	-25%
Mi-août > mi-septembre	+10%	-7%

En 2021, la restriction a été plus forte que prévue entre mi-juin et fin juillet, suite à des soucis de programmeur qui ont rendu l'irrigation irrégulière sur cette période (on est parfois monté à 50 % de restriction pendant quelques jours).

	2021	2022
Irrigation entre mi-mai et mi-septembre	390 mm	557 mm
Économies d'eau réalisées	62 mm	63 mm

► TENSIONS DU SOL

En 2021

● IMPACT MODÉRÉ

On note un écart important sur les tensions à 50 cm dans la zone restreinte, mais uniquement lors des moments de très forte restriction (due aux irrégularités de l'irrigation); cela concerne 10 jours à la fin juin et 10 jours à la fin juillet, avec un écart de 100 à 150 cbars. Mais cet écart se gommait lorsque l'on revenait aux restrictions normales, entre 10 et 20 %.

Pour les tensions à 25 cm de profondeur, il y a eu un écart toute la saison, même avant le démarrage de la restriction; l'écart n'augmente pas lorsque la restriction est mise en route.

En 2022

● IMPACT FORT

Les tensions du sol ont été nettement plus élevées dans la zone restreinte, de fin juin jusqu'à mi-septembre.

Avec la restriction des apports, les bulbes d'irrigation ont été moins larges, mais surtout moins profond : de mi-juillet à mi-août, les tensions médianes à 50 cm de profondeur passent de 20 cbars en zone témoin, à plus de 240 cbars en zone restreinte.

Économies d'eau réalisées



620 m³ / ha

Comme pour la pêche de saison, l'on obtient sur la pêche tardive des volumes importants de restriction, de 62 mm environ, soit 620 m³ / ha sur une saison. Ce volume serait plus important encore si on se basait sur une irrigation producteur moins limitante.

ÉTAT HYDRIQUE DES ARBRES

En 2021

- CROISSANCE > IMPACT FAIBLE
- AMPLITUDES DE CONTRACTION > IMPACT FAIBLE

Malgré les restrictions, les arbres ont conservé un fort potentiel de croissance, avec une prise de diamètre de 3 mm sur la saison.

Par contre, on note un impact important des journées avec de très fortes restrictions : très fortes amplitudes, accompagnées de perte ponctuelle de diamètre, voire de petits stress. Puis, les arbres reprenaient très vite un très bon état hydrique dès que les irrigations revenaient à la normale.

En 2022

- CROISSANCE > IMPACT POSITIF
- AMPLITUDES DE CONTRACTION > IMPACT FORT

Il y a deux impacts nets en 2022 : les arbres restreints ont à la fois une plus forte croissance et des amplitudes plus hautes que les arbres témoin. Mais la combinaison de ces deux effets n'est pas habituelle...

La meilleure croissance pourrait s'expliquer par une charge en fruits moins élevée ; mais on se serait alors attendu à des amplitudes plus basses...

Les fortes amplitudes peuvent être liées aux tensions grandissantes à partir de fin juin ; mais pourquoi sont-elles déjà plus hautes en début de saison ?

SYNTHÈSE AGRONOMIQUE

Production

Les observations ont été réalisées lors de passages différents. En 2021, les observations ont été réalisées le 10 août pendant le troisième passage de récolte, non majoritaire pour cette nectarine tardive. En 2022, les mesures ont été réalisées sur le premier passage de récolte du 25 août, le plus important.

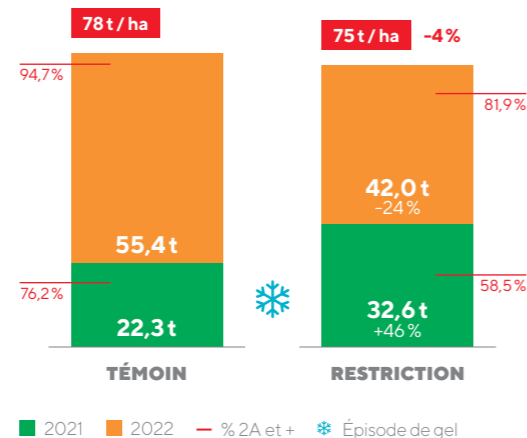
Ce verger est un jeune verger surgreffé, sa première production a été réalisée en 2021. L'épisode de gel début avril a induit une différence de charge, comme le montre le graphique suivant.

NB : cette variété a naturellement, un fort potentiel de calibre, bien supérieur au calibre A. Pour tenter de discriminer les modalités, l'indicateur a été changé par rapport aux autres parcelles de pêche. C'est donc un pourcentage de 2A et + qui est représenté sur le graphique.

Parmi les effets du gel, l'on constate la différence de charge mais également l'influence sur le pourcentage de 2A et +. La modalité témoin était moins chargée permettant aux fruits d'être plus gros.

À l'inverse en 2022, le potentiel de charge à l'approche de la récolte a été plus important pour la partie témoin et la proportion de 2A et + est plus importante que dans la partie restriction. Même sur les arbres moins chargés de la modalité « restriction », on mesure un impact de la réduction des apports d'eau sur la proportion de 2A et + qui est nettement moins élevée.

RENDEMENTS CUMULÉS



Qualité des fruits

Les fruits du calibre dominant sont analysés afin d'étudier un éventuel impact sur la qualité des fruits.

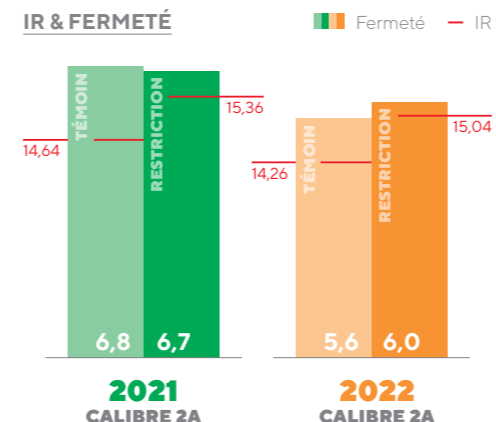
Lors de l'analyse de ces données il apparaît que la récolte de 2021 ait été anticipée. Les fermetés sont hautes (supérieures à 6 kg/cm²), bien que cette nectarine ait une fermeté naturellement élevée. En tendance, le taux de sucre est plus élevé pour cette nectarine tardive, plus chargée que le témoin.

Sur 2022 il semblerait qu'il y ait encore un décalage de maturité en faveur de la modalité témoin cette fois. Le taux de sucre est à nouveau supérieur pour la modalité « restriction ».

La conclusion est la même que sur la pêche précoce, à l'image de ces deux saisons, le taux de sucre ne semble pas directement lié à une stratégie de réduction d'eau.

D'autres mesures ont été réalisées comme un suivi en conservation de la récolte. Le comportement des deux modalités était identique avec quasi aucune différence et ce pour les deux années.

IR & FERMETÉ



Comportement du verger

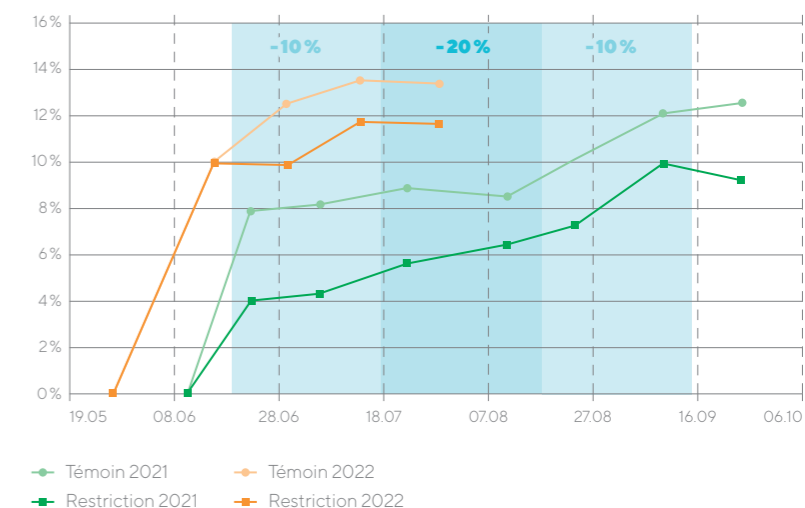
Un suivi de la croissance des pousses et des fruits a été réalisé tout au long de la saison. Les différences du taux d'accroissement observées sont faibles (moins de 10%) et sont données à titre indicative.

Il est difficile de tirer des conclusions sur la vigueur et la croissance avec de si petits écarts. Il n'empêche que l'accroissement des pousses semble aller en faveur de la modalité Témoin et ce pour les deux années, même lorsque le témoin est plus chargé que la modalité « restriction ».

L'écart de croissance constaté en 2021 entre le témoin et la restriction est certainement lié à la différence de charge, la mesure ayant été réalisée seulement quelques jours après le démarrage des restrictions.

D'autres mesures ont été réalisées comme un suivi du grossissement des fruits ou alors un contrôle de l'état sanitaire du verger qui n'ont pas permis de discriminer les modalités.

TAUX D'ACCROISSEMENT DES POUSSES



Synthèse des trois ans

La restriction a pu avoir un impact sur la répartition de calibre et sûrement sur la charge en 2022, mais à confirmer car la parcelle n'a que deux ans de suivi.

ZOOM SUR L'ACTION 2

Solidarité entre filières en période de restriction d'irrigation, selon la diversité de productions

Une équipe de chercheurs de l'INRAE de Montpellier* (en lien avec des étudiants du BTS GEMEAU du Campus Fontlongue de Miramas), a évalué les pertes économiques liées aux restrictions d'eau sur l'arboriculture et le Foin de Crau. L'INRAE a voulu répondre à la question suivante : peut-on concevoir un système de solidarité entre agriculteurs pour atténuer les impacts économiques d'une restriction des prélèvements sur la nappe de Crau ?

CONTEXTE

Le mandat de l'OUGC comprend l'élaboration d'un plan de répartition de l'eau en cas de crise, avec des règles de partage de l'eau définies entre agriculteurs. Il est prévu que cette restriction prenne la forme d'une réduction en pourcentage du volume prélevable autorisé par agriculteur, pour une période ou à partir d'une date donnée.

OBJECTIF

Cette étude vise à recueillir les points de vue d'agriculteurs sur un mécanisme de solidarité entre producteurs de Foin de Crau et de fruits, permettant d'atténuer les pertes économiques de l'agriculture de la Crau en cas de restriction.

Ce mécanisme de solidarité repose sur l'hypothèse d'une perte de chiffre d'affaires beaucoup plus importante pour la production de fruits que pour la production de foin, pour un même niveau de restriction des autorisations de prélèvements.

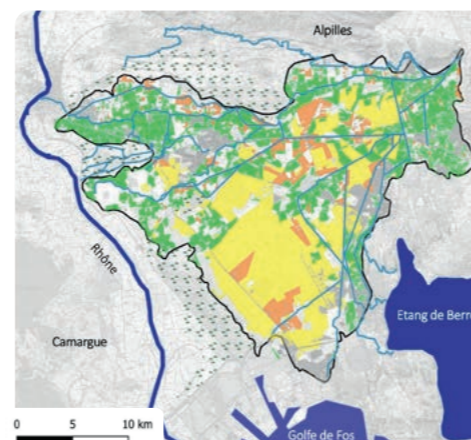
La solidarité consisterait donc à faire supporter une plus grande réduction aux producteurs de foin, afin que les arboriculteurs y échappent. En contrepartie, les arboriculteurs abonderaient un fonds de compensation annulant la perte des producteurs de foin. Ce mécanisme permettrait ainsi d'assurer le revenu des producteurs de foin, dont l'activité est indispensable à la recharge de la nappe de Crau, tout en atténuant les pertes économiques des arboriculteurs.

* Sébastien Loubier, Marielle Montginoul, Patrice Garin (INRAE, Université de Montpellier, UMR G-eau), Les étudiants BTS GEMEAU Lycée de Fontlongue : Marion Jarjat, Meline Jannas et Laurian Ahmed-Aissa. Un master 1 du parcours « Eau et société » : Tristan Guérin.

À retenir

LE CAMPUS FONTLONGUE
Associé au projet dès 2020, des étudiants du BTS GEMEAU du Lycée d'enseignement agricole Fontlongue de Miramas ont contribué à l'étude socio-économique de l'INRAE de Montpellier : installation de capteurs et relevés de données ont été synthétisés puis présentés aux « Trois jours de l'eau », un événement annuel organisé par l'établissement.

OCCUPATION DES SOLS (2016)



- Coussoul de Crau
- Prairies irriguées
- Tissus urbain et industriel
- Agriculture intensive
- Zones humides
- Canaux irrigations principaux
- Limite aquifère L93bis région



LES ÉTAPES DE LA DÉMARCHÉ

Étape 1

Élaboration d'un modèle conceptuel de mécanisme de solidarité supervisé par l'OUGC, coordonnant les volumes potentiellement délaissés par les producteurs de foin et demandés par les producteurs de fruits.

Étape 2

Paramétrage du modèle à partir des impacts technico-économiques des deux exploitations types.

Étape 3

Présentation du mécanisme de solidarité aux exploitants ayant finalisé les évaluations des impacts sur les deux exploitations type et analyse de leurs réactions.

Étape 4

Vérification de la compatibilité des volumes en jeu avec les niveaux de restriction envisagés (30 à 50 % sur une partie de l'été) entre les deux types de production.

LES POSTERS DE L'EXPLOITATION TYPE « FOIN » ET « ARBORICULTURE »

Ils ont été soumis respectivement à la critique d'une dizaine de producteurs de Foin de Crau et d'une dizaine d'arboriculteurs.

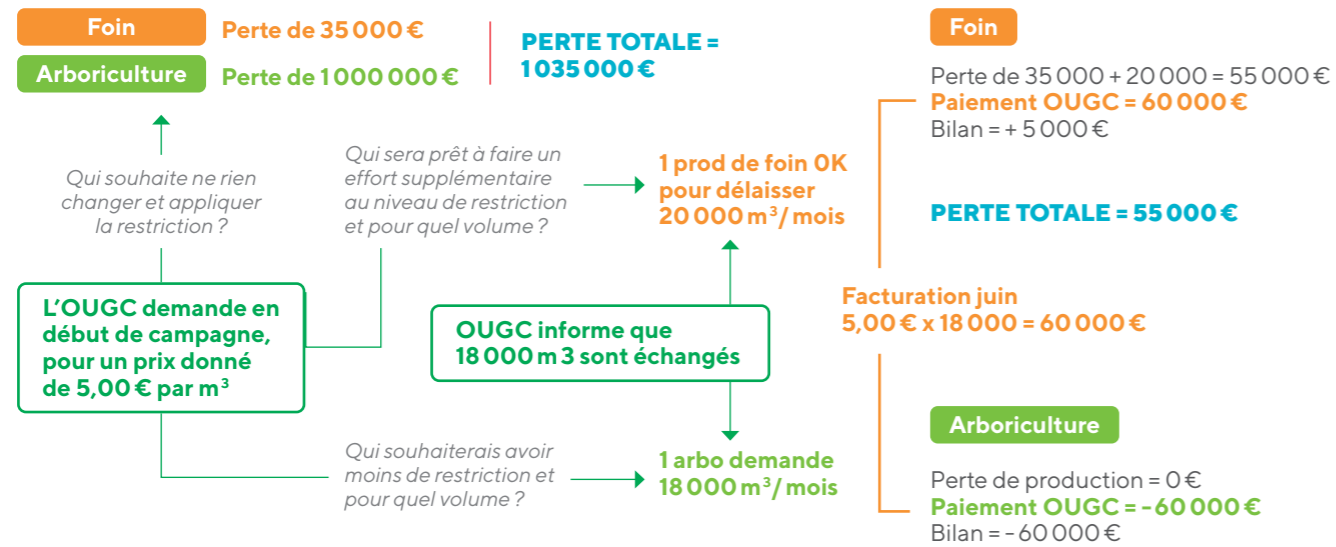


Étape 5

Étude de l'impact sur la production, le chiffre d'affaires et le revenu de deux exploitations types « producteur de foin » et « arboriculteur » de Crau, d'une restriction de 30 % de leur autorisation à partir de fin juin :

- **Enquête et bilan de littérature** par un groupe d'étudiants en BTS GEMEAU du Lycée Fontlongue ;
- **Mise en forme sur poster de la stratégie d'adaptation** de deux agriculteurs types (foin et arboriculture) aux restrictions d'eau et des effets sur la production et les pertes de chiffres d'affaires ;
- **Confrontation de ces évaluations à l'expertise des agriculteurs** lors d'un atelier composé d'une vingtaine de producteurs de foin et d'arboriculteurs ;
- **Finalisation des impacts technico-économiques** de cette restriction sur les deux exploitations types.





PRINCIPAUX RÉSULTATS

Lors des ateliers, les producteurs ont modifié les stratégies d'adaptation des exploitations types en cas de crise et intégré les effets sur les productions des années suivantes (modification de la flore et pertes des Mesures Agro-Environnementales « MAE » pour le foin, pertes de marché, potentiel de fructification amoindri, etc.).

La perte d'exploitation est estimée à près de 5 €/m³ de restriction pour le producteur de foin. La perte agricole cumulée des deux exploitations est alors réduite de 95% (55 000 € au lieu de 1 035 000 € sans solidarité).

CONCLUSIONS

Les agriculteurs valident la coordination de l'OUGC, apportant une réserve sur l'efficacité de l'instrument : la valeur d'échange de l'eau à 5 €/m³ interroge car supérieure au prix de l'eau potable, symboliquement inacceptable. De plus, la facture d'eau est jugée trop importante pour la trésorerie de l'arboriculteur.

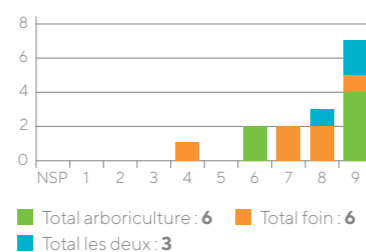
Notons qu'une majorité de participants souhaite la poursuite de la réflexion, la faisabilité juridique devant toutefois être réalisée (La Chambre d'agriculture est-elle en droit de récupérer les sommes (pour les redistribuer?).

Un marché de l'eau est-il possible ?

CHAQUE AGRICULTEUR A RÉPONDU À QUATRE QUESTIONS SUR UNE ÉCHELLE DE VALEUR DE 1 (DÉSACCORD TOTAL) À 9 (ACCORD TOTAL), NSP S'IL NE SAVAIT PAS.

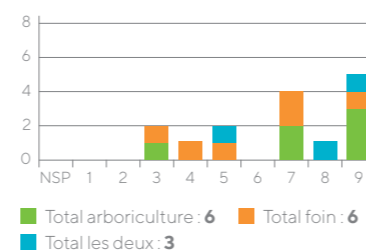
Quel est votre degré de compréhension du mécanisme d'échange présenté ?

Un mécanisme bien compris.



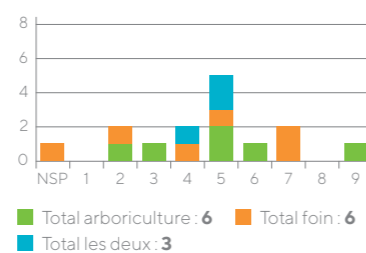
Le rôle de l'OUGC est d'œuvrer à la mise en place de ce type de mécanisme

Et qui pourrait être mis en oeuvre par l'OUGC.



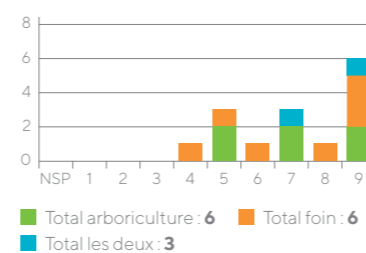
Ce type de mécanisme pourrait-il atténuer les effets des restrictions d'eau ?

Croyance modérée en la capacité de l'instrument.



Il faudrait poursuivre l'étude de faisabilité de ce type de mécanisme

Besoin de poursuivre le travail...



ZOOM SUR L'ACTION 2

QualiTree, une simulation modélisée de l'INRAE, adaptée à la Crau

QualiTree est un modèle générique d'arbres fruitiers proposé par l'INRAE, partenaire du projet Arb'Eau Crau. Adapté au territoire de la Crau, ce modèle permet la simulation des effets de diverses pratiques culturales sur le développement et la variabilité intra-arbre de la qualité des fruits. Il offre ainsi des données supplémentaires pertinentes qui ne peuvent être testées concrètement dans le cadre du projet Arb'Eau Crau.



LE MODÈLE QUALITREE

Le modèle QualiTree représente le rendement et la qualité des fruits sous influence des pratiques culturales (distance de plantation, éclaircissage, irrigation). C'est un modèle complexe qui représente notamment l'interception lumineuse, la croissance des différents organes de l'arbre, ou encore l'effet du déficit en eau sur les flux de carbone.

En Crau IL A ÉTÉ ADAPTÉ AUX CONDITIONS DE LA CRAU POUR SIMULER L'EFFET DE DIFFÉRENTS SCÉNARIOS D'IRRIGATION SUR LE RENDEMENT ET LA QUALITÉ DES FRUITS. LES SCÉNARIOS SONT FICTIFS OU DÉJÀ PRATIQUÉS CHEZ DES PRODUCTEURS.

MÉTHODOLOGIE

Des mesures de potentiel hydrique (état hydrique de l'arbre) et de caractérisation des fruits et des pousses (taux de matière sèche, surface foliaire, hauteur / diamètres des fruits) ont été collectées toutes les trois semaines durant les campagnes 2020 et 2021.

En Crau LES DONNÉES ONT ÉTÉ UTILISÉES POUR ADAPTER LE MODÈLE AUX VARIÉTÉS QUEEN GLORY ET WESTERN RED (VARIÉTÉS DE SAISON ET TARDIVE).

RÉSULTATS

En Crau LE MODÈLE REPRÉSENTE BIEN LES EFFETS DE LA RESTRICTION HYDRIQUE SUR LA DIMINUTION DU RENDEMENT ET DES CALIBRES, CEPENDANT IL A TENDANCE À SURESTIMER LES RENDEMENTS ET LA PART DE CALIBRES A ET + PAR RAPPORT AUX OBSERVATIONS RÉALISÉES DANS LA CRAU.

Différents scénarios d'irrigation ont été construits sur la base des historiques des arrêts sécheresse des Bouches-du-Rhône et de l'expertise des partenaires.

En Crau AU TOTAL, 33 SCÉNARIOS ONT ÉTÉ SÉLECTIONNÉS ET INTÉGRÉS DANS LE MODÈLE QUALITREE. DANS LE TEMPS IMPARTI, IL N'A PAS ÉTÉ POSSIBLE D'ÉVALUER LA FIABILITÉ DES PRÉVISIONS DU MODÈLE : LES DONNÉES SONT DONC À INTERPRÉTER COMME DES TENDANCES POSSIBLES.

Les scénarios simulés montrent des réponses différenciées des variétés en fonction de l'intensité de la restriction d'irrigation.

En Crau LA VARIÉTÉ DE SAISON N'EST PAS IMPACTÉE PAR UNE RÉDUCTION DE 20% DE L'IRRIGATION À PARTIR DE MI-JUILLET.

Par contre, des réductions de 20% toute la saison ou des réductions de l'ordre de 40% dès la mi-juin peuvent entraîner des pertes de rendement de 40% et une chute de 75% de la part de calibre A et +.

La variété tardive est systématiquement impactée par une réduction de l'irrigation (minimum 20% de pertes de rendement), les pertes sont particulièrement importantes lorsque les restrictions sont appliquées dès mi-juillet. Les taux de sucres sont systématiquement améliorés avec une restriction hydrique (gain moyen de 8 à 10% de sucres).

	Scénarios de restriction				Rendement	Calibre	Taux de sucres (Brix)
	Début juin	Mi juin	Mi juillet	Mi Août			
FIN DE SAISON	100%				67,6 t / ha	90 % de A et +	21,7%
	100%			-20 %		Pas d'impact	
	100%		-20 %			60 % de A et +	21,2%
	100%		-20 %	-40 %	-17%		
	100%		-40 %		-30 %	16 % de A et +	22,9 %
TOUTE LA SAISON	-20%						
	-20%			-40 %	-30 %	15 % de A et +	23,9 %
				-100 %			
	-20%		-40 %		-60 %	0 % de A et +	9,1%
	-20%		-100 %				
	-20%	-40 %			-75 %	0 % de A et +	5,1%
	-20%	-100 %					

ZOOM SUR L'ACTION 3

Valorisation et communication des résultats du projet

L'ensemble des partenaires d'Arb'Eau Crau sont mobilisés pour valoriser l'expérimentation et ses résultats à travers différents supports de communication.

DES RELATIONS PRESSE

Deux communiqués par an ont été envoyés à la presse : l'AFP, France Info, ladépêche.fr, l'Agriculteur Provençal, Végétal, Réussir Fruits, l'Arboriculture Fruitière, le journal de Saint-Martin-de-Crau, magazine Éco-Afrique et d'autres médias ont relayé les bilans d'étapes d'Arb'Eau Crau.

UN DOSSIER TECHNIQUE ET DES FICHES DE RÉSULTATS

Un dossier technique et des fiches présentant les résultats relatifs aux quatre variétés de fruits sont disponibles sur demande.

UN RAPPORT DE BILAN

Éditée et distribuée à l'occasion du colloque de restitution, la présente brochure récapitule les grands axes du projet Arb'Eau Crau.

6 DÉCEMBRE 2022 À ENTRESSEN, UN COLLOQUE DE RESTITUTION DES RÉSULTATS

À l'issue de l'expérimentation en 2022, la Chambre d'Agriculture et ses partenaires ont organisé un colloque de restitution. L'occasion de présenter au public les grandes actions du projet, sa méthodologie, ses résultats et la possibilité d'application à d'autres territoires.

APRÈS 2022, QUELLES PERSPECTIVES ?

Le projet Irriwell ouvre le champ des possibles d'Arb'Eau Crau

Irriwell est un projet européen qui vise entre 2022 et 2024 à améliorer le pilotage de l'irrigation selon une méthode innovante de l'INRAE basée sur la télédétection, des capteurs évaluant l'état hydrique de la plante et une modélisation écophysologique.

IRRIWELL, UNE APPROCHE INNOVANTE DE L'INRAE

Le projet poursuit deux enjeux : élargir l'étude initiale et offrir de nouvelles perspectives à Arb'Eau Crau, grâce à la poursuite des actions déjà menées sur les parcelles sélectionnées, complétées par de nouvelles, en période d'étiage hivernal. L'évaluation des besoins en eau se fait classiquement en combinant la demande climatique et un coefficient cultural Kc qui traduit les interactions plante-climat ou par une mesure directe de l'état hydrique du système (humidité du sol, statut hydrique de la plante).

Les coefficients culturaux sont soit tabulés, soit estimés à partir du développement foliaire mesurable par exemple par satellite. De telles approches sont adaptées pour une gestion de l'irrigation permettant de prévenir les stress hydriques.

Par contre, ces approches sont inadaptées au pilotage des irrigations déficitaires. En effet un tel pilotage nécessite de prendre en compte l'impact d'un manque d'eau sur la plante et par conséquent sur la production agricole, ce qui n'est pas possible avec des approches basées sur le coefficient cultural ou les mesures de l'état hydrique du système.

L'hypothèse principale du projet est de passer par des approches écophysologiques qui exploitent le couplage partiel entre la transpiration et la photosynthèse via une modélisation de la conductance stomatique en lien avec les facteurs du milieu.

En effet, la photosynthèse est corrélée à la conductance stomatique, mais alors que la photosynthèse atteint un plateau pour des conductances fortes, les pertes transpiratoires augmentent toujours.



DES SITES D'EXPÉRIMENTATIONS CIBLÉS : LE DOMAINE INRAE D'AVIGNON ET LES PARCELLES D'ARB'EAU CRAU

Il est donc possible de réduire l'irrigation sans affecter la photosynthèse et in fine la production. Néanmoins, cette chaîne s'appuie sur une succession de processus liant transpiration, acquisition et allocation des ressources entre croissance végétative et croissance des fruits.

L'idée principale du projet vise donc à s'appuyer sur des capteurs bons marchés mesurant des variables corrélées à la conductance stomatique telles que la pression de turgescence des feuilles et une estimation de l'indice foliaire pour spatialiser les informations.

L'objectif du projet vise à caractériser les relations entre les mesures délivrées par ces capteurs et la conductance stomatique, d'analyser leur précision et leur stabilité et mettre en place un protocole d'utilisation en mode opérationnel de ces capteurs pour une estimation plus fine des besoins en eau au cours de la saison.

APRÈS 2022, QUELLES PERSPECTIVES ?

Vers Arb'Eau Crau 2 ?

2022 restera dans les mémoires comme un marqueur climatique. C'est également l'aboutissement de trois années du projet Arb'Eau Crau avec la restitution des premiers résultats. Le partage de la ressource en eau est aujourd'hui plus que jamais un enjeu pour la profession agricole, qui doit être mieux accompagnée.

► ARB'EAU CRAU 2020-2022 : QUELS ENSEIGNEMENTS POUR LA PROFESSION ?

Le projet Arb'Eau Crau, fruit d'une collaboration entre le monde agricole, la recherche appliquée, les sciences sociales et économiques et les acteurs institutionnels de la Crau a révélé la pertinence de l'accompagnement de la profession vers une meilleure maîtrise de la ressource en eau : anticipation, outils de mesure, de pilotage, de formation ou encore conseil, le tout piloté par des professionnels.

L'expérimentation a également confirmé la légitimité du rôle de la Chambre d'Agriculture des Bouches-du-Rhône dans la mise en œuvre de la démarche, via la mise à disposition, notamment, de ses compétences d'animation.

La gestion de l'irrigation est très hétérogène sur le territoire de la Crau.

Un premier enseignement de cette étude est que l'impact des restrictions n'aura pas le même effet si l'irrigation est déjà à l'optimum par rapport à une irrigation plus confort.

Avant de parler restriction, l'OUGC apportera des conseils aux producteurs afin de minimiser ces marges de manœuvre sur les doses d'irrigation apportées et sera un appui sur les moyens d'y parvenir (outils d'aide à la décision et pilotage).

Quant à l'OUGC, il a permis de réaliser un plan de gestion crédible et solidaire, en cas de limitation de la ressource en eau, grâce à la prise en compte des résultats, des mesures relevées chez les producteurs et celles du niveau de la nappe.

Les résultats de l'étude, rendus publics à l'ensemble des acteurs de la filière lors du colloque du 6 décembre 2022, sont considérés comme utiles et fiables pour accéder à une plus grande maîtrise de la gestion de l'eau sur l'arboriculture de la Crau. Mais au-delà de la valorisation de ces résultats, le protocole de solidarité entre les filières en période de restriction d'irrigation mérite d'aller plus loin.



Les résultats de l'étude offrent des moyens d'élaborer les modalités de répartition de l'eau en cas de crise, comme les sécheresses, mais aussi de fournir une méthodologie partagée et validée, modélisable sur d'autres territoires et variétés fruitières.

► VERS UN PROJET ARB'EAU CRAU 2 ?

Forts des premiers résultats encourageants, les membres du comité de pilotage d'Arb'Eau Crau et le Sycrau ont conclu à l'issue de l'étude, qu'une expérimentation à plus grande échelle, avec de nouveaux arboriculteurs et des périodes d'étiages de la nappe est nécessaire.

Le contexte climatique invite en effet à évaluer des restrictions plus fortes et plus contraignantes pour affiner la portée et la concrétisation des premiers résultats.

Ainsi, la démarche partenariale inédite Arb'Eau Crau mérite d'être poursuivie pour accompagner la filière arboricole de la Crau et au-delà, toute la profession agricole, à mieux maîtriser la probable raréfaction de la ressource en eau à venir.

Remerciements

La Chambre d'agriculture des Bouches-du-Rhône remercie l'ensemble des partenaires d'Arb'Eau Crau pour leur engagement fidèle tout au long des trois années du projet : les professionnels de la filière arboricole pour leur participation active et la mise à disposition de leurs parcelles ; les partenaires techniques et scientifiques pour la mise en commun de leurs expériences et compétences et enfin, les financeurs du projet, sans le soutien desquels, Arb'Eau Crau n'aurait pas pu aboutir.



CONTACT PRESSE

Lauriane Morel

l.morel@bouches-du-rhone.
chambagri.fr
Tél. 06 30 51 44 09

CHAMBRE D'AGRICULTURE 13

22, avenue Henri Pontier
13626 Aix-en-Provence
Cedex 1

www.chambre-agriculture13.fr

 www.facebook.com/agri13

 www.youtube.com

UN PROJET PORTÉ PAR



LES FINANCEURS

Projet financé avec le concours de l'Union européenne avec le Fonds Européen Agricole pour le Développement Rural



LES PARTENAIRES

