

Sylvain Doublet (Solagro), Jean-Michel Legave (INRA) et Thuriane Mahé (CEP)

## Arboriculture fruitière dans le Vaucluse

### 1. Diagnostic de l'exploitation et de son environnement proche

#### ■ Caractéristiques de l'exploitation

Indicateurs	Valeurs	Remarques
SAU (ha)	4	39 ha de vergers irrigués dont 34 ha en pommes et 4 en poires 3 ha de grandes cultures (blé dur), 1 ha de légumes (1 ha « autres légumes », 2 ha « non production », 2 ha « non cultivés »)
UTA	1	dont 2,5 salariés permanents
Parc matériel	Taille, pulvérisation, récolte, transport, manutention	40 % des charges pour la traction et 30 % pour la récolte et le conditionnement
Bâtiments	3 500 m <sup>2</sup> couverts	1 500 m <sup>2</sup> de conditionnement et stockage plusieurs chambres froides (capacité 1 000 t)
Atouts	Diversité variétale de pommes Capacité de conditionnement et de stockage	Variétés : golden, bicolores, innovantes (contrats Pink Lady® rentables *)
Contraintes	Pointe de travail en été et automne	Main-d'œuvre temporaire (14 salariés) difficile à recruter
Perspectives	Maîtrise de la filière	Développement des organisations de producteurs
	Choix de variétés innovantes	Abandon de certaines variétés (rouges américaines et Granny Smith)

\* Le Club ou l'association Pink Lady® Europe a été créé en France en 1997. Il réunit un groupe de pépiniéristes, de producteurs et de metteurs en marché auxquels sont associées les différentes institutions de recherche ou d'expérimentation nationales [...]. Cette démarche permet de faire de la pomme un produit marketé, protégé par le dépôt d'un Certificat d'Obtention Végétale (COV) européen (nom commercial).» (Source : Agreste)

Source : INOSYS - Réseau grandes cultures, cas-type n°5 Arboriculteur « Grandes exploitations spécialisées en pommes », Chambre d'agriculture du Vaucluse, 2007.

#### ■ Systèmes de production et résultats économiques

Système de production		
Vergers	80 % pommes, 20 % poires	Variétés : Golden, Reine des Reinettes et Guyot
Grandes cultures	Blé dur	
Fertilisation	100 % minérale	
IFT Pomme	30 (moyenne Sud-Est)	
IFT Blé dur	1,33 (région PACA, 2008)	

Résultats économiques		
Charges variables	2 900 €/ha	dont 50 % pour le conditionnement et 30 % pour les pesticides
Charges de structure	11 000 €/ha	dont 65 % de frais de personnel (emploi saisonnier – 660 heures/ha)
Produit brut	18 000 €/ha	dont 5 % PAC (900 €/ha)
EBE	4 000 €/ha	dont 33 % annuités et frais financiers – (76 % d'endettement)

\* Récolte 2007.

Source : INOSYS - Réseau grandes cultures, cas-type n°5 Arboriculteur « Grandes exploitations spécialisées en pommes », Chambre d'agriculture du Vaucluse, 2007.

#### ■ Contexte local

##### Éléments paysagers et agro-environnementaux du territoire

Le cas type étudié est situé dans le département du Vaucluse (station météo de référence : Carpentras), au confluent de la Vallée du Rhône et de la vallée de la Durance. L'altitude varie de 20 à 1908 m (Mont Ventoux). Le relief présente une alternance de montagnes, de plateaux et de plaines parsemées de collines. Les activités agricoles sont concentrées en plaine et en coteaux (vigne).

La viticulture est l'activité agricole dominante (50 % des 6 000 chefs d'exploitation en 2007) ; l'arboriculture fruitière vient en deuxième place avec 10 % des chefs d'exploitation en 2007. C'est le premier département français producteur de pommes Golden et le deuxième producteur de poires Guyot.

D'un point de vue agro-environnemental :

- il n'y a pas de zone classée en zone vulnérable sauf quelques cantons autour de Carpentras ;
- une partie des bords de la Durance est en zone Natura 2000 ;
- une partie du département est couvert par le Parc Naturel Régional du Lubéron ;
- une grande partie des masses d'eau (cours d'eau et nappes) nécessite la mise en place d'actions pour réduire les concentrations en pesticides (et en nitrates) ;
- un aléa d'érosion moyen sur le département mais localement fort sur les coteaux (érosivité liée au climat méditerranéen)<sup>1</sup> ;
- la densité de bocage est moyenne ;
- l'artificialisation et la pression urbaine sur les terres agricoles sont très fortes (diminution de 10 % de la SAU dans le Vaucluse entre 2000 et 2010 pour une diminution de 3 % France entière<sup>2</sup>).

1. Source : GIS Sol.

2. Source : Agreste, recensement agricole 2010.

## Sols

Les sols (en plaine) sont argilo-limoneux et sablo-argileux (sols calcaires, pH > 8 – 25 % d'argile) avec un potentiel agronomique élevé (peu de pente, fertilité chimique moyenne, risque de battance faible, bonne réserve utile), à l'exemple de la plaine du Comtat.

### Caractéristiques des sols du Vaucluse

Indicateurs	Valeurs	Remarques
Texture	Argilo-calcaire (sablo-argileux)	25 % d'argile pH > 8
CEC	8-12 cmol/kg	Taux de saturation proche de 100 % - bonne fertilité chimique
Carbone organique	10 à 14 g/kg (50 à 60 t/ha)	Soit environ 2 % de matière organique (stable sur la période 1990-2004)
Sensibilité à la battance	Faible	
Situation hydrique		
Hydromorphie	Pas de risque	
Réserve utile	moyenne	150 mm

Source : GIS Sol.

## Climat (données Carpentras)

La commune est située en climat méditerranéen avec 2 saisons sèches (l'une brève en hiver, l'autre longue en été, entrecoupée d'orages parfois violents) et 2 saisons pluvieuses (en automne avec des pluies abondantes voire torrentielles et au printemps).

Les températures moyennes mensuelles sont comprises entre 6°C (minima de janvier) et 35°C (maxima de juillet-août 24°C, avec des pointes fréquentes à 35°C).

L'ensoleillement est très élevé, de l'ordre de 2 700 heures par an.

Les précipitations sont modérées autour d'une valeur de 600 à 700 mm (1 000 mm en montagne). La répartition des pluies est hétérogène sur l'année : 80 à 100 jours de pluie au printemps et à l'automne.

Les épisodes climatiques extrêmes peuvent être :

- les orages (plus de 20 par an avec grêle fréquente) ;
- le vent (plus de 100 jours par an ; vent du nord : Mistral) ;
- les gelées (50 jours par an de novembre à avril) ;
- la neige (moins de 5 jours par an).

L'agriculture, en particulier l'arboriculture, s'est adaptée à ces conditions particulières en :

- développant des canaux d'irrigation pour assurer la maîtrise de l'eau car 90 % des exploitations ayant un verger irriguent<sup>3</sup> ;
- mettant en place des brise-vents pour atténuer les effets négatifs des vents de secteur nord ;
- utilisant une couverture paragrêle sur les vergers (environ 30 % des exploitations ayant un verger) ;
- utilisant une protection contre le gel (environ 30 % des exploitations ayant un verger), par chauffage ou aspersion (sur frondaison) pour l'essentiel.

## Disponibilité de la ressource en eau, irrigation et déficit hydrique

Les ressources en eau du département sont multiples (nappe, cours d'eau, canaux sur la Durance). Divers modes d'irrigation sont utilisés (gravitaire, aspersion et micro-irrigation), mais l'irrigation gravitaire est dominante. Le Vaucluse compte 40 000 hectares irrigués. L'arboriculture représente environ 40 % des surfaces irriguées. C'est la part la plus importante dans le département devant le maraîchage (23 %) et la vigne (15 %). La quasi-totalité des parcelles en arboriculture sont irriguées avec des volumes variant pour la pomme de 10 000 m<sup>3</sup> en gravitaire (ce qui concerne environ 50 % des surfaces irriguées du Vaucluse), à 4 000 m<sup>3</sup> en aspersion (environ 25 % des surfaces irriguées) et à 3 000 m<sup>3</sup> en micro-irrigation (environ 25 % également des surfaces irriguées, entre goutte-à-goutte et micro-aspersion). L'irrigation de précision permet donc d'utiliser trois fois moins d'eau que l'irrigation gravitaire. Par ailleurs, environ 60 % de la ressource en eau sont gérés par des réseaux collectifs.

L'irrigation est indispensable pour l'obtention de pommes de qualité, en particulier pour un bon calibre (> 75 mm) de fruits. Toutefois, il semble que le fractionnement intensif de l'irrigation conduit à une surconsommation d'eau par les pommiers, à une stimulation excessive de la pousse végétative, et par conséquent à une moindre coloration des fruits (phénomène dit « d'ombrage »)<sup>4</sup>.

Une grande partie du département est en secteur déficitaire en eau, et les principales rivières du département ont leur débit d'étiage presque nul en été. Les déficits hydriques (rapportés à la réserve utile des sols) sont très marqués dès le mois de juin (taux de remplissage de la RU inférieur à 20 %). Depuis 2003, les épisodes de sécheresse (climatique) se sont succédés et le déficit pluviométrique cumulé a imposé la mise en place de mesures d'économie (mise en place d'un plan-cadre sécheresse) et de préservation des ressources locales (interdiction de nouveaux forages dans la nappe du miocène et fermeture des ouvrages existants).

Pour les décennies à venir, les tensions sur la ressource en eau devraient s'accroître et des projets pour capter les eaux du Rhône sont à l'étude.

## 2. Effets du changement climatique sur le système d'exploitation

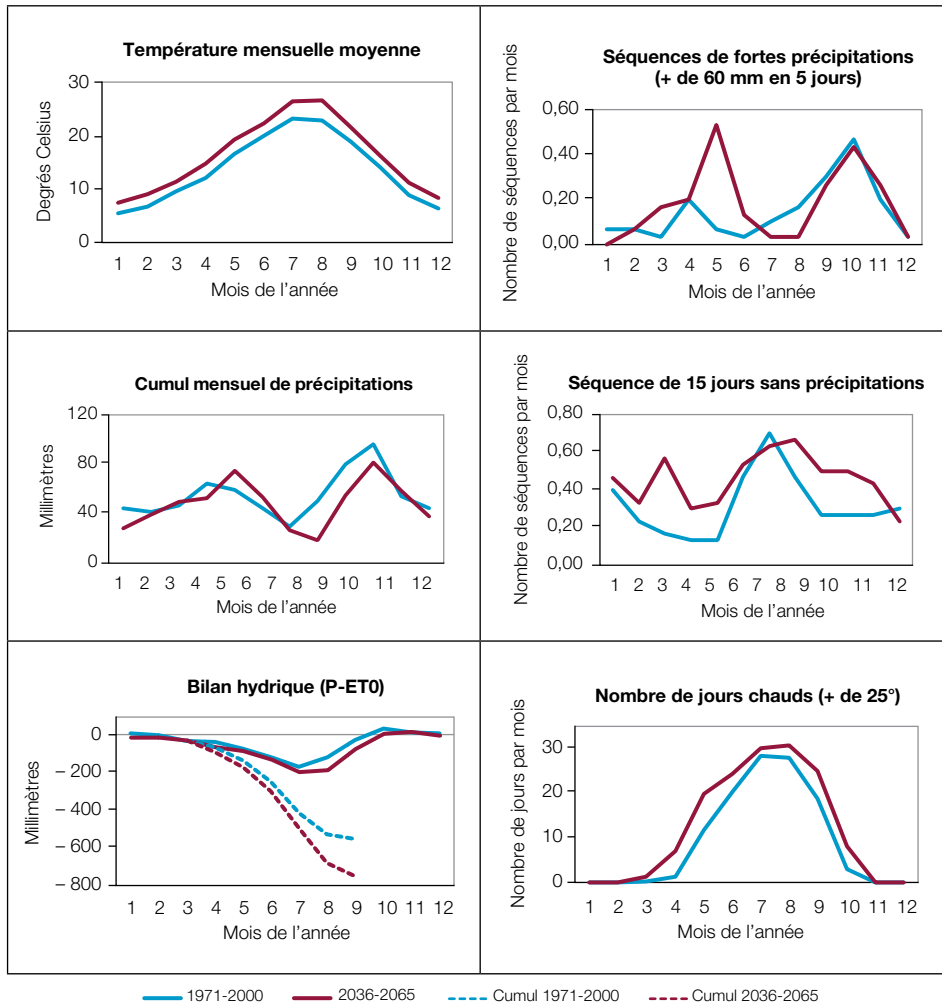
### Description du changement climatique et des impacts attendus

Les données suivantes sont issues de simulations climatiques mensuelles réalisées spécifiquement pour cet exercice à partir de données Météo-France. Elles concernent d'une part une période de référence centrée en 1985 allant de 1971 à 2000. D'autre part, elles concernent une seconde période future centrée en 2050 (l'horizon temporel de la présente étude prospective) allant de 2036 à 2065.

3. Source : ADIV 84, association des irrigants de Vaucluse.

4. Source : ARDEPI, association régionale pour la maîtrise des irrigations.

## Station de Carpentras



D'après les graphiques ci-dessus, la comparaison entre les périodes 1971-2001 et 2036-2065 à Carpentras montre :

- une augmentation des températures homogène sur l'année ;
- un cumul de pluie meilleur sur le premier semestre, mais dégradé sur le second semestre ;
- un confort hydrique diminué de juillet à octobre ;
- un nombre de jours échaudants nettement supérieur sur le premier semestre.

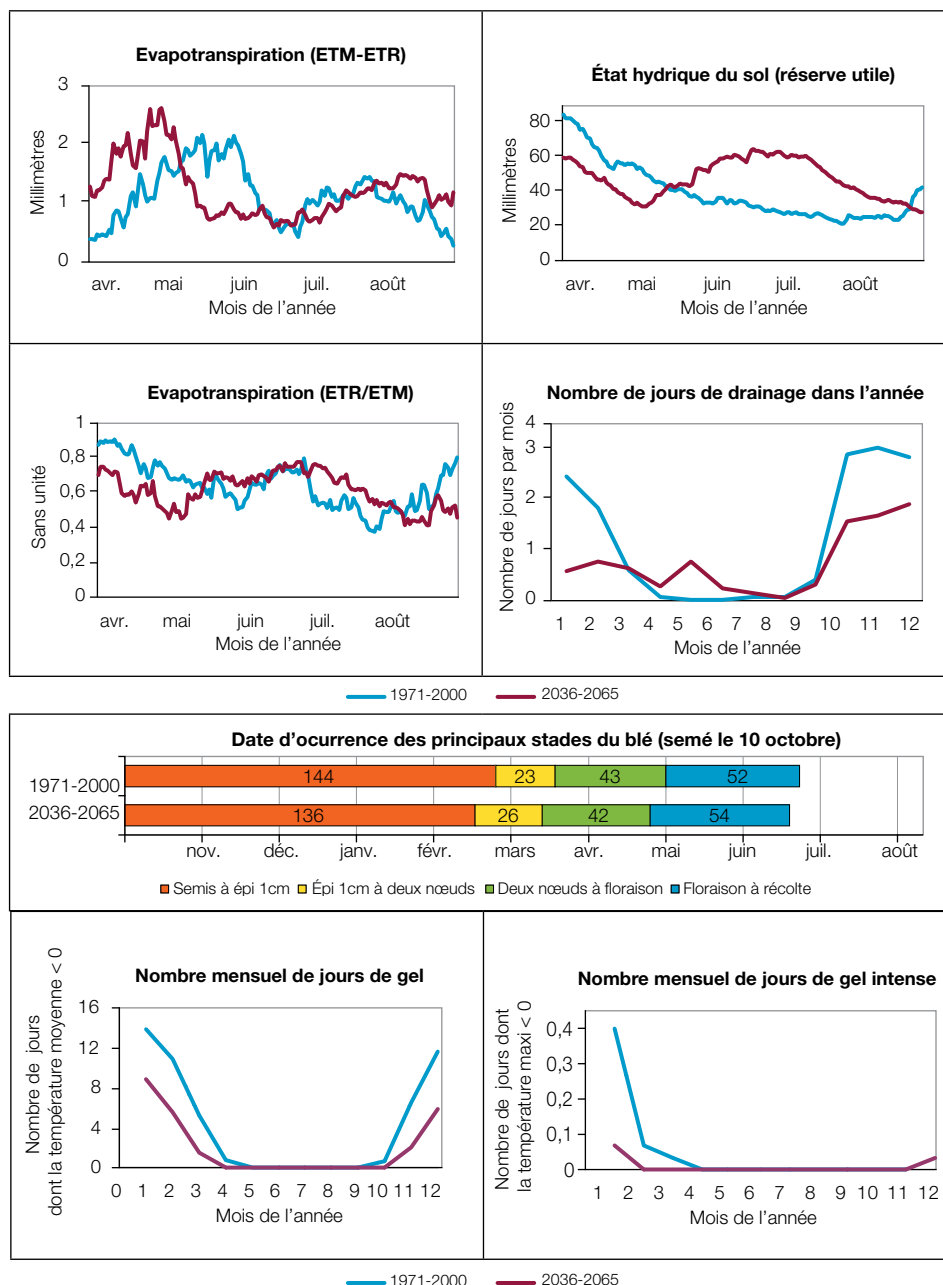
Les graphiques qui suivent ne concernent que le blé, la culture de blé dur étant une production (minoritaire) de l'exploitation. Il n'y a pas de modélisation du confort hydrique du pommier, mais celui-ci est décrit qualitativement plus loin dans le tableau des impacts du changement climatique.

En prenant comme modèle un blé et un sol dont la réserve utile est de 150 mm, on constate les conséquences agronomiques suivantes :

- le confort hydrique (ETR/ETM) est plus faible d'avril à juin,
- les besoins en eau supplémentaire (ETM-ETR) sont supérieurs au démarrage puis inférieurs à partir de juin ;
- l'état de la réserve hydrique des sols se dégrade en début d'année puis s'améliore en août ;
- les restitutions au milieu (nombre de jours de drainage) sont supérieures au printemps mais inférieures le reste de l'année.

Enfin, le nombre de jours de gel diminue au printemps et à l'automne, mais cet effet peut être contrebalancé par l'avancée des stades phénologiques. L'effet n'est donc pas clair.

## Blé - principaux indicateurs de l'état hydrique (RU : 150 mm)



### Changement climatique et régime hydrologique de la Durance

La Durance est un cours d'eau d'environ 300 km, depuis sa source dans les Alpes jusqu'au Rhône. En amont du lac et du barrage de Serre-Ponçon, son débit est de type torrentiel. L'importance des massifs montagneux dans le bassin versant de la Durance influence fortement son débit, par l'intermédiaire de l'enneigement, de la ressource en eau des massifs concernés et des conditions climatiques hivernales. Le barrage d'Escalé permet ensuite de modifier le débit aval de la Durance.

D'après une étude sur l'effet du changement climatique, l'impact d'un réchauffement homogène (avec une

augmentation de la température de 1,8°C et doublement du CO<sub>2</sub> atmosphérique) sur le manteau neigeux du bassin de la Haute-Durance affecte le débit annuel, qui décroît sensiblement (de 0 à 20% selon le scénario). Les débits augmentent en automne et en hiver, mais diminuent sensiblement en été. Les forts débits printaniers se produisent un mois plus tôt, en lien avec une fonte des neiges plus précoce, et leur amplitude reste cependant inchangée pour certains scénarii, mais diminue de 10 à 25% pour les autres. Ainsi, la ressource en eau pour l'irrigation de la Basse-Durance pourrait diminuer à terme (Etchevers et Martin, 2002).

## ■ Effets attendus du changement climatique sur les cultures du système étudié

Cultures annuelles : blé dur

Effets du CC sur ↓	Description
Durée des cycles culturaux	Besoins moindres en vernalisation (par comparaison au blé tendre) d'où moindre sensibilité aux élévations de températures hivernales. Augmentation de l'exposition au stress thermique (jours échaudants) en fin de cycle (moins défavorable aux variétés à cycle court) (Brisson et Levrault, 2010).
Rendements	Légère baisse ou stagnation en mode pluvial, mais hausse en mode irrigué, malgré une plus grande tolérance au déficit hydrique que le blé tendre (Brisson et Levrault, 2010).
Disponibilité en eau	Baisse du déficit hydrique au printemps (d'avril à juin) mais augmentation du déficit hydrique en été (Météo-France).
Échaudage	Fort sensibilité à l'échaudage mais durée de remplissage du grain plus réduite que celle du blé tendre, d'où des possibilités d'esquive plus importantes (Brisson et Levrault, 2010).
Aléas climatiques, destruction des récoltes	Peu d'informations sur le risque de grêle.

Cultures pérennes : arboriculture

Effets du CC sur ↓	Description
Stades phénologiques	Avancée des stades de floraison observée depuis la fin des années 1980 en région méditerranéenne (+ 6 jours pour le pommier) (Guédon et Legave, 2008). Selon des modélisations phénologiques, deux effets opposés d'importance inégale expliqueraient les avancées de floraison observées : (1) des besoins en froid moins rapidement satisfaits pour la « levée de dormance » avec une durée qui tend à augmenter (+ 2 à 6 j) et (2) des besoins en chaleur plus rapidement satisfaits entraînant une diminution de la période de croissance florale (- 11 à 13 j) * (Legave, 2009).
Rendements	1. Besoins en froid satisfaits plus lentement d'où des risques d'étalement excessif de la floraison (possible étalement accru de la maturité des fruits) et de non concordance de floraison entre variétés devant s'inter-polliniser (d'où de possibles baisses de rendement par pollinisation insuffisante). Ces risques « nouveaux » sont davantage probables pour les variétés les plus exigeantes en froid automnal et hivernal. 2. Augmentations possibles d'effets négatifs des températures relativement élevées (anomalies de l'organogénèse florale, diminution de la qualité des organes floraux et des fruits) (Legave, 2009). 3. Dégradation du confort hydrique pouvant induire une baisse de rendement.
Périodes des récoltes	Avancées de la maturité des fruits résultant des avancées de floraison et de durées plus courtes de la croissance des fruits (de la nouaison à la maturité). Ces avancées (déjà observées dans certaines conditions) sont plus probables pour les espèces précoces.
Qualité des récoltes	En lien avec l'évolution des stades phénologiques, possible augmentation de la croissance végétative : possibles effets défavorables sur l'initiation florale (vigueur excessive de végétation). Baisse de la qualité des fruits : moins de coloration, moins d'acidité, fruits doubles, etc.
Aléas climatiques et destruction des récoltes	Le risque de gel diminue (diminution des jours de gel). L'évolution du risque de grêle, impossible à quantifier par les simulations climatiques, pourrait toutefois contrebalancer cet effet positif (Météo-France).

Effets du CC sur ↓	Description
Pression parasitaire	– Carpocapse des pommes : augmentation possible du nombre de générations de ce parasite avec le réchauffement (Stoeckli <i>et al.</i> , 2012 ; Hirsch M <i>et al.</i> , 2012). – Extension géographique possible de certains ravageurs. – Émergence de nouveaux ravageurs (GIS Fruits, 2011).
Disponibilité en eau	Restitutions d'eau au milieu plus faibles, entraînant des étiajes encore plus sévères. Stress hydrique plus élevé à partir de juin par rapport à la période climatique de référence (Météo-France).
Autre	Plus qu'un stress en particulier, c'est la conjonction/accumulation de plusieurs facteurs de stress biotiques et abiotiques qui présente des conséquences difficilement prévisibles (GIS Fruits, 2011).

\* Ces chiffres seraient respectivement de + 3 à + 5 jours et - 10 à - 13 jours pour la France entière (source : Gleizer *et al.*, 2007)

## ■ Synthèse : effet du changement climatique sur le système d'exploitation

En conclusion, les conséquences du changement climatique dans le contexte local de l'étude de cas seront variables selon les cultures et pourraient surtout être visibles pour les cultures annuelles dont les stades phénologiques principaux sont en été et à l'automne.

Pour les arbres fruitiers, d'après des données observées dans la période de passé récent, des avancées de la floraison ont été déjà observées en fin d'hiver et au début du printemps. Au vu des besoins en eau des pommiers (et poiriers), la situation hydrique est et deviendra particulièrement préoccupante étant donnée la baisse des pluies et l'augmentation de l'évapotranspiration potentielle en fin d'été et en début d'automne (période de remplissage des fruits).

A l'avenir, la réduction du nombre de jours de gel en avril et en juin pourrait être favorable à l'arboriculture fruitière selon l'avancée de la floraison. Si les contraintes en eau se révèlent importantes pour la fructification en été, les conditions climatiques de 2050 seront potentiellement plus propices aux espèces à fructification précoce (pêches, abricots, prunes) ou adaptées à un climat plus sec (amandes, olives), aujourd'hui peu ou pas cultivées dans l'exploitation.

Il existe par ailleurs de fortes incertitudes sur l'évolution de la pression parasitaire en lien avec le changement climatique. Cette dernière pourrait devenir un facteur de baisse de rendement à l'avenir.

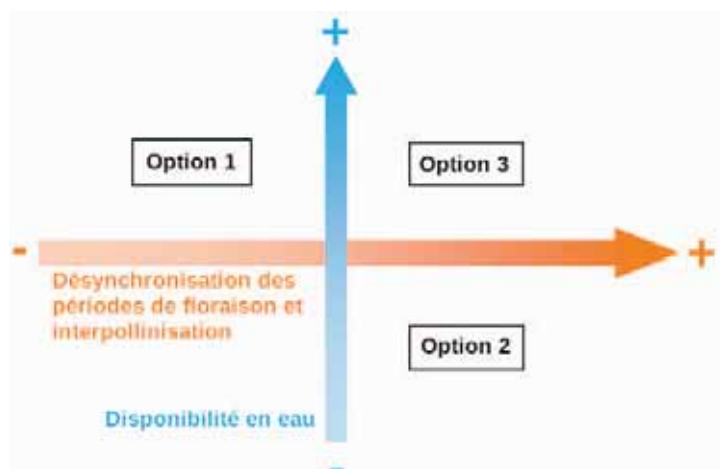
Pour le blé dur (sur des sols avec des RU importantes - 150 mm), la situation est relativement plus favorable dans le futur que dans le passé récent (moins de stress hydrique, démarrage plus précoce). Cependant un printemps humide et chaud risque d'augmenter les risques de maladie et d'échaudage. Pour des sols avec de faibles RU (< 100 mm), les situations seront plus difficiles et nécessiteront probablement une irrigation « de démarrage » pour éviter les pertes de rendement liées à la sécheresse des sols à la montaison.

Quelles que soient les cultures, les restitutions au milieu seront plus faibles, entraînant des étiajes encore plus sévères.

### 3. Options d'adaptation à l'échelle de l'exploitation et de son territoire

Les options de cette fiche sont classées selon l'importance des effets du changement climatique sur : (i) la disponibilité de l'eau d'irrigation, notamment dans la Durance; (ii) la désynchronisation des floraisons d'arbres fruitiers, ce qui peut réduire le rendement.

Les trois options proposées correspondent ainsi au schéma suivant :



#### ■ Option A1 : Investir dans l'irrigation de précision sans changer l'orientation principale

La contrainte la plus forte de cette option est la baisse de disponibilité de la ressource en eau, mais le choix d'une rationalisation de l'irrigation au niveau local favorise l'arboriculture qui reste l'objectif principal de production de l'exploitation. Certains effets du changement climatique représentent par ailleurs une opportunité : possible diminution du nombre de jours de gel, date de floraison aléatoire mais rééquilibrée pour la récolte. La taille d'exploitation reste la même, le verger continue d'être spécialisé en pommiers et en poiriers. Il évolue progressivement avec l'appui de travaux sur les ressources génétiques pour adapter les variétés et les porte-greffes au changement climatique (replantation sur certains rangs du verger). L'arboriculture, sous réserve d'une irrigation de précision adaptée, bénéficie encore de la ressource en eau, ce qui demande des investissements. Par ailleurs, les débouchés des productions fruitières sont proches de quelques centres de consommation urbains et périurbains en attente d'une plus grande fraîcheur des fruits et de moins de transports, consommateurs d'énergie.

#### ■ Option A2 : Améliorer la résilience aux aléas climatiques en adaptant la conduite du verger et en renforçant la part du blé

Dans cette option, les effets du changement climatique sont importants. L'exploitation opte pour une production plus élevée de blé dur sur les parcelles les plus exposées à la sécheresse l'été. Elle maintient alors son verger en le faisant évoluer sous contrainte. Le blé dur est cultivé sans irrigation et ce sont les variétés précoces qui sont le plus souvent semées. Le verger connaît plus de difficultés d'adaptation au changement climatique, avec une grande fluctuation des stades de dormance, de floraison et de maturation, ainsi que des problèmes de pression parasitaire qui perturbent le travail d'entretien. Les adaptations sont en premier lieu techniques : la taille est plus tardive et minutieuse. L'exploitation s'essaie également à d'autres stratégies : développement de haies d'arbres pour les organismes auxiliaires et évolution vers une arboriculture du type maraîchage, arbres fruitiers, haies pouvant aller jusqu'à une situation agroforestière. L'exploitation diversifie ses productions fruitières avec des espèces plus adaptées : abricotiers, pêchers.

##### *Variante*

L'exploitation vise une production sous label de qualité, voire biologique, avec un effet marqué de diversification des productions fruitières et dans un but de réduction systématique des charges : moins d'intrants et de pesticides, moins de main-d'œuvre et donc moins de production.

#### ■ Option A3 : Adaptation faible du verger, difficultés majeures et potentielle disparition de l'exploitation

Les effets du changement climatique se voient sur les dates de floraison des arbres fruitiers de l'exploitation, moins sur le manque d'eau qui reste disponible pour l'irrigation. Certaines variétés sont plus touchées que d'autres. Pour le reste, la qualité des fruits compense régulièrement la moindre quantité récoltée, dans un premier temps. Peu de changements sont réalisés par l'exploitation qui peine à investir dans des outils d'irrigation de pointe à large échelle et dont l'objectif est plus ou moins de maintenir la production telle quelle. Certaines années, les attaques parasitaires compromettent fortement la production. Quelques nouvelles variétés (principalement pommiers et poiriers) sont plantées dans le verger, mais seulement sur une partie et comme renouvellement des arbres vieillissants. Cette option peut convenir à un contexte où la concurrence avec d'autres régions productrices est forte, et où les investissements sont compromis. À plus long terme, la production de pommes peut même être mise en péril.