



Mémento Irrigation



© BRL/E



© BRL/CL



© Bernard Legendre



© BRL/CL



Sommaire

Le **Mémento Irrigation**
comprend 5 parties :

Partie 1 : **Contexte environnemental et volet réglementaire** relatif à l'irrigation

Partie 2 : **Maîtrise des pratiques d'irrigations**

Partie 3 : **Références et données de base**
utilisées dans le **Mémento Irrigation**

Partie 4 : **Organisation et mode d'emploi des fiches d'irrigation**

Partie 5 : **Fiches Irrigation** par type de cultures

Cultures légumières (13 fiches)

Cultures fruitières (16 fiches)

Grandes cultures (9 fiches)

Edito



Un Mémento pour encourager l'optimisation des irrigations

Notre région méditerranéenne dispose d'atouts indéniables qui font de l'agriculture et des industries agro-alimentaires l'un des secteurs clés de son économie : des terroirs variés, des sols de qualité, un climat très ensoleillé, le savoir-faire d'agriculteurs passionnés et soucieux de leur environnement.

Depuis 60 ans les grandes zones agricoles de la région disposent également d'un outil indispensable pour optimiser la qualité et les rendements des productions, le Réseau Hydraulique Régional, qui met à leur disposition des ressources en eau sécurisées, sous pression, disponibles 24h/24, toute l'année.

Ce grand réseau d'eau brute, créé et géré par le Groupe BRL, est la propriété du Conseil Régional, qui a choisi, avec le programme d'investissement Aqua Domitia de le développer pour mieux sécuriser l'alimentation de son territoire et répondre aux besoins des agriculteurs et des acteurs locaux, tout en préservant les milieux aquatiques les plus fragiles.

Dans le cadre de sa politique RSE, BRL a pris des engagements sociétaux pour optimiser la gestion du Service public régional de l'eau :

- > Une gestion concertée et intégrée des ressources en eau ;
- > Une réduction des consommations d'énergie ;
- > Une limitation des fuites des réseaux ;
- > Une optimisation des consommations d'eau.

BRL a développé une approche responsable en matière d'usages raisonnés de l'eau avec notamment la diffusion de conseils hebdomadaires gratuits durant les saisons d'irrigation.

Notre Groupe poursuit, avec ce Mémento, cet engagement en offrant des références précises pour une irrigation optimisée soucieuse des performances techniques et économiques des exploitations tout en réduisant la pression de prélèvement sur les ressources en eau.

Ce guide s'inscrit dans les orientations de la transition écologique et prend en compte l'évolution du cadre réglementaire ainsi que les nouveaux enjeux de la politique de l'eau. Il intègre également les nouvelles données agronomiques (adaptation au changement climatique, apparition de nouvelles variétés et progression des performances) et techniques (développement de nouveaux outils d'aide à la décision)

Le mémento a été conçu comme un outil pratique et concret (avec en particulier un chapitre consacré à la maîtrise des irrigations), qui permet de situer, selon les saisons, les besoins en eau des principales cultures de la région.

Il est le fruit d'un travail partenarial piloté par les équipes de BRL, avec une large contribution de la Chambre Régionale d'Agriculture, des instituts techniques et des stations régionales d'expérimentation.

Le mémento a bénéficié du soutien financier de la Région et de l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse, que nous remercions de leur confiance.

Jean-François Blanchet
Directeur Général du Groupe BRL

Contexte environnemental et volet réglementaire

- 1** Gestion équilibrée de la ressource
et respect de la Directive Cadre sur l'Eau
- 2** Vers une gestion locale
de l'encadrement des prélèvements
- 3** Comptage des volumes
d'eau prélevés pour l'irrigation
- 4** Synthèse des obligations réglementaires
de l'irrigant en fonction du type de ressource :
peu de contraintes pour l'irrigant en réseau collectif

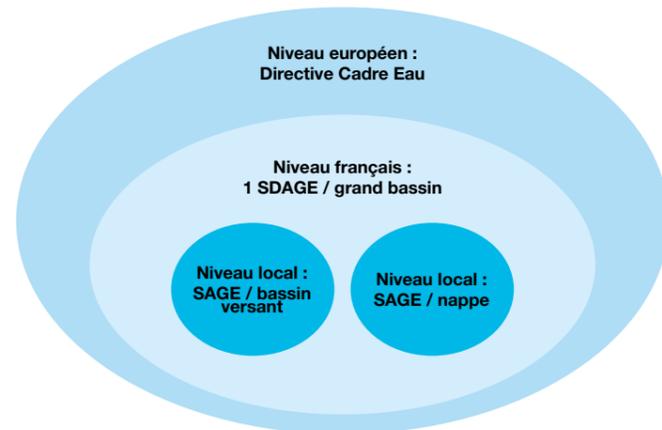
Contexte environnemental et volet réglementaire

1 Gestion équilibrée de la ressource et respect de la Directive Cadre sur l'Eau

Comme ceux destinés à d'autres usages, les prélèvements d'eau pour l'irrigation doivent respecter le principe fondamental de leur compatibilité avec la gestion équilibrée de la ressource. Cette notion est introduite par la Loi sur l'Eau de 1992, inscrite comme objectif dans le code de l'environnement et déclinée à l'échelle de chacun des six grands districts hydrographiques français dans les Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (SDAGE). La région Occitanie est principalement concernée par les SDAGE des bassins Rhône-Méditerranée et Adour-Garonne mais également plus à la marge, par le SDAGE de Loire-Bretagne.

1.1 Derrière les SDAGE, la Directive Cadre sur l'Eau...

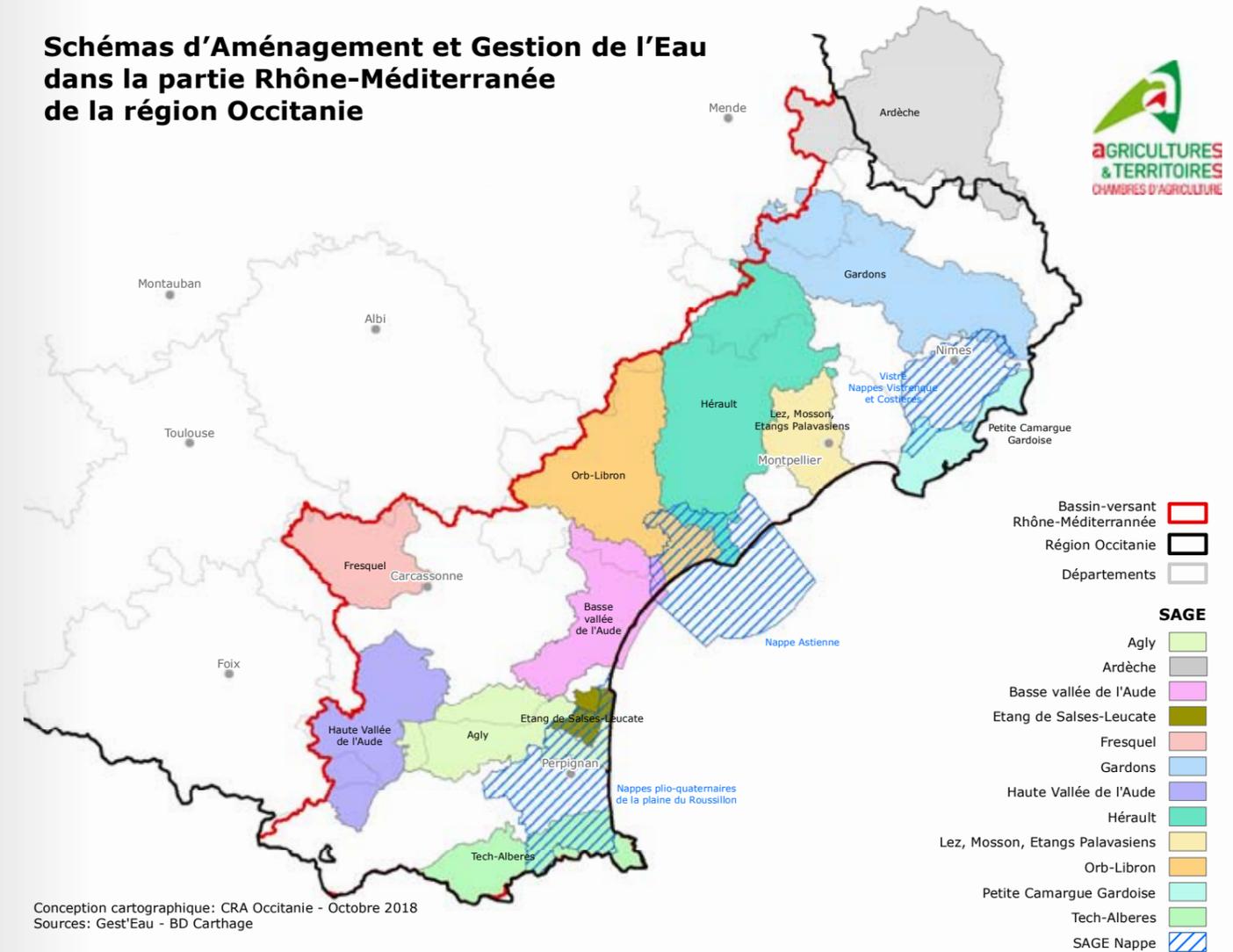
La Directive Cadre sur l'Eau (DCE) a institué en 2000 une politique communautaire pour une gestion de l'eau dans une perspective de développement durable. Elle a demandé pour cela aux états membres de se fixer des objectifs de bon état écologique pour les masses d'eau (cours d'eau, nappes...) à l'horizon de 2015. La mise en œuvre de cette directive se fait dans une logique de résultats face aux objectifs de qualité et de quantité des eaux qui, en France, sont inscrits dans les SDAGE. Il s'agit de restaurer ou de préserver le bon état quantitatif pour les eaux souterraines. Cet objectif reste indirectement vrai pour les eaux superficielles qui doivent bénéficier de débits suffisants pour l'atteinte ou le maintien du bon état chimique et du bon état écologique qui leur sont assignés.



1.2 La Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques de 2006

Cette loi intègre par ses dispositions les impératifs de la DCE et a amené à prendre en compte le changement climatique dans la gestion de l'eau. Elle a également renforcé la gestion locale et concertée de la ressource, notamment en donnant une portée juridique aux Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE). Ces SAGE réunissent les acteurs locaux dans leur instance de gouvernance, la Commission Locale de l'Eau (CLE). Ils y définissent les choix politiques pour la gestion de la ressource à l'échelle de leur périmètre, le bassin versant ou la nappe.

Schémas d'Aménagement et Gestion de l'Eau dans la partie Rhône-Méditerranée de la région Occitanie



1.3 Gestion équilibrée : les usages de la ressource et son bon fonctionnement garantis 8 années sur 10

Cette notion de gestion équilibrée des ressources en eau a été instaurée à la suite des épisodes de sécheresses connus dans la première moitié des années 2000 :

- > afin de limiter le recours peu satisfaisant à une gestion de crise par des arrêtés de restriction des usages (arrêtés sécheresse) ;
- > pour faciliter, par ce mode de gestion préventive, l'atteinte des objectifs fixés pour les masses d'eau dans le cadre de la DCE.

La gestion quantitative d'une ressource est dite équilibrée quand, huit années sur dix, les volumes peuvent être prélevés sans restriction pour les différents usages tout en garantissant le bon fonctionnement du milieu aquatique.

Cela s'est traduit concrètement par la mise en place d'une surveillance des eaux par des mesures en des points stratégiques référencés. L'objectif est de respecter 8 années sur 10 des niveaux piézométriques pour les nappes et des débits objectifs d'étiage (DOE) pour les cours d'eau. Lorsqu'ils ont été déterminés, ces niveaux ou débits objectifs sont inscrits dans les SDAGE ou les SAGE.

2 Vers une gestion locale de l'encadrement des prélèvements

2.1 Aujourd'hui, un encadrement des prélèvements par des seuils définis nationalement

Les prélèvements annuels inférieurs à 1 000 m³/an sont considérés comme prélèvements domestiques et doivent être déclarés en mairie. Pour des volumes annuels supérieurs, ce sont les préfets de département, qui après instruction du dossier par la Mission Inter-Service de l'Eau et de la Nature (MISEN), sont chargés de délivrer autorisation ou déclaration. Pour déterminer le type de procédure, des seuils ont été fixés dans le code de l'environnement prenant en compte la sensibilité des deux types de milieu, eaux superficielles ou eaux souterraines, dans lequel les prélèvements sont effectués :

Type de ressource	Débit ou volume maximum prélevé	Procédure
Eaux superficielles : cours d'eau ou sa nappe d'accompagnement	< à 2 % du débit d'étiage (*)	Sans procédure
	De 2 à 5 % du débit d'étiage	Déclaration
	> à 5 % du débit d'étiage	Autorisation
Eaux souterraines (hors nappes d'accompagnement)	< 10 000 m ³ /an	Sans procédure
	De 10 000 à 200 000 m ³ /an	Déclaration
	> à 200 000 m ³ /an	Autorisation

(*) : Débit d'étiage = débit moyen mensuel d'étiage de récurrence 5 ans (données disponibles auprès de la DREAL).

2.2 Avec des seuils beaucoup plus restrictifs en Zone de Répartition des Eaux (ZRE)

Dans les zones classées en ZRE par le Préfet Coordonnateur de Bassin pour insuffisance des ressources par rapport aux besoins (voir cartes), une politique de préservation vient fortement renforcer la réglementation en matière de prélèvements. Au-delà de l'usage domestique, prélèvement maximal de 1 000 m³/an, les seuils de déclaration ou d'autorisation sont très sensiblement abaissés. C'est en fonction du débit de prélèvement dans le milieu qu'est déterminée la procédure qui s'applique :

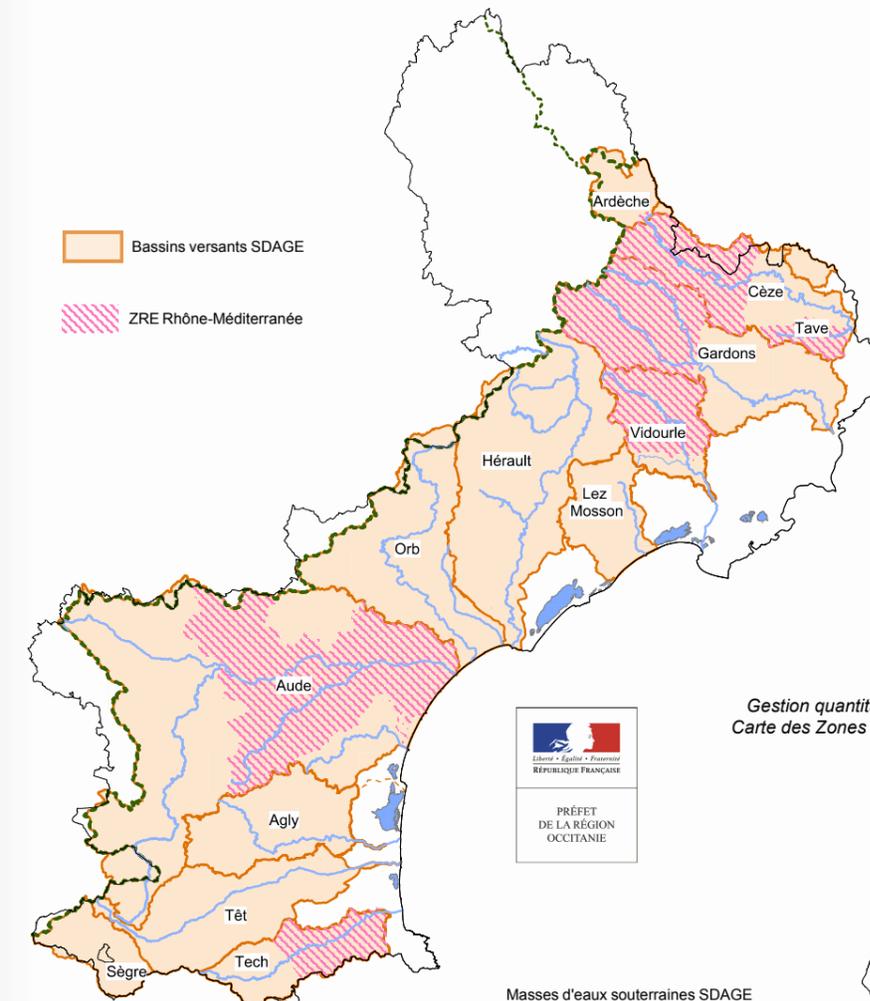
Débit prélevé	Procédure
< 8 m ³ /h	Dossier de Déclaration
> 8 m ³ /h	Dossier d'Autorisation

ZRE sur le bassin Rhône-Méditerranée :
<http://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr>



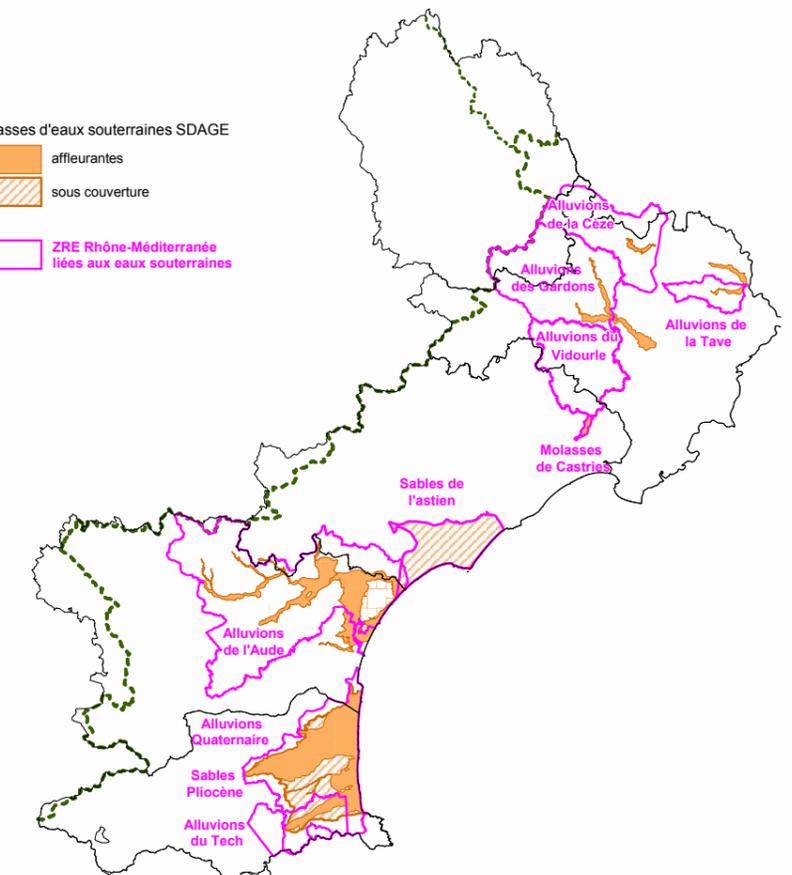
Gestion quantitative en Occitanie Rhône Méditerranée Cartes des Zones de Répartition des Eaux (eaux superficielles)

Octobre 2018



Gestion quantitative en Occitanie - Rhône Méditerranée - Carte des Zones de Répartition des Eaux (eaux souterraines) Octobre 2018

Masses d'eaux souterraines SDAGE
 affleurantes
 sous couverture
 ZRE Rhône-Méditerranée
 liées aux eaux souterraines



2.3 En zones déficitaires, des études d'évaluation des volumes prélevables ont débouché sur des Plans de Gestion de la Ressource en Eau

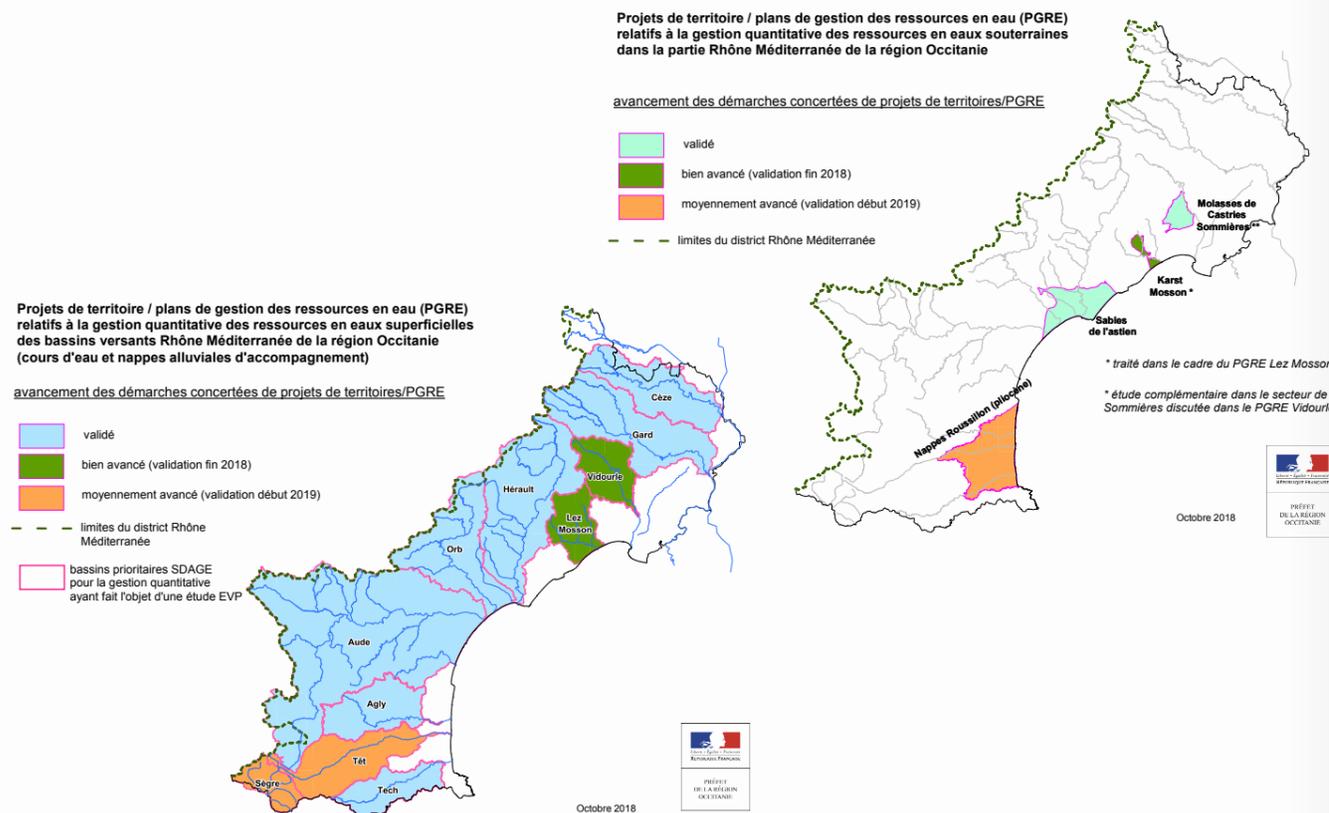
Dans les secteurs identifiés dans les SDAGE comme étant en déficit quantitatif des études d'estimation des volumes prélevables (EEVP) pour l'ensemble des usages (AEP, usages économiques...) ont été menées. L'objectif de ces études était de fournir les connaissances nécessaires pour l'élaboration de Plans de Gestion de la Ressource en Eau (PGRE). Ces PGRE, élaborés localement de façon concertée, doivent déboucher sur des solutions visant à limiter le recours à la gestion de crise, en garantissant huit années sur dix sans restriction d'usages, le bon fonctionnement des milieux aquatiques.

Les PGRE définissent pour cela :

- > des objectifs à atteindre en matière de débits objectifs d'étiage (DOE) pour les cours d'eau et de niveaux piézométriques de référence (NPR) pour les nappes,
- > un échancier pour le retour à l'équilibre quantitatif,
- > des règles de répartition des volumes prélevables par usage et les priorités des usages,
- > les actions à mettre en oeuvre pour atteindre les objectifs.

Une révision des autorisations de prélèvement est ensuite engagée pour mettre progressivement en cohérence les volumes totaux autorisés avec les volumes prélevables qui ont été définis.

Pour les zones dans lesquelles le déficit avéré de la ressource est principalement lié à des prélèvements agricoles individuels, le Préfet peut demander que soit créé un Organisme Unique de Gestion Collective (OUGC), notamment en ZRE. Cet OUGC devient alors l'interlocuteur exclusif en rassemblant les demandes annuelles des irrigants pour les porter à l'administration qui lui délivre une Autorisation Unique de Prélèvements (AUP).



2.4 Progressivement, les autorisations seront délivrées au regard de volumes prélevables déterminés dans le cadre de la gestion locale

Qu'elles soient individuelles ou collectives, les demandes d'autorisation pour des nouveaux prélèvements, sont étudiées par les MISEN au regard des volumes prélevables dans le territoire considéré. Pour se faire, dans les bassins versant et les nappes concernés par un SAGE approuvé, c'est la Commission Locale de l'Eau (CLE) qui indique à la MISEN si ces prélèvements sont compatibles avec le plan de gestion de la ressource en eau.

3 Le comptage des volumes d'eau prélevés pour l'irrigation

3.1 Mettre en place les moyens de mesure adaptés

Depuis la loi sur l'Eau de 1992, reprécisée par celle de 2006, les ouvrages et installations de prélèvement dans le milieu naturel doivent être équipés de moyens appropriés de mesure ou d'évaluation des volumes :

- > Pour un prélèvement d'eau effectué par pompage en eaux souterraines, cours d'eau ou nappe d'accompagnement, l'irrigant doit équiper toute installation de pompage d'un compteur volumétrique.
- > Hors pompage, le compteur volumétrique est également préconisé. En cas d'impossibilité technique (ex. alimentation par dérivation), il peut être laissé au préleveur l'alternative de mettre en place les moyens pour mesurer ou estimer de façon précise, en cumulé, le volume prélevé au droit de la prise ou de l'installation (ex. courbe de tarage avec relevé périodique de la hauteur d'eau sur une échelle limnimétrique).
- > Pour les prélèvements dans les ouvrages de stockage alimentés uniquement par ruissellement (retenues collinaires), un dispositif d'évaluation du prélèvement peut être mis en place avec une échelle graduée assorti de la fourniture de la courbe de correspondance entre le volume de la retenue et la hauteur du plan d'eau.

Ces différents dispositifs de mesure et d'évaluation des volumes prélevés doivent être régulièrement entretenus, contrôlés et si nécessaire, remplacés de façon à fournir en permanence une information fiable.

Les volumes prélevés doivent être enregistrés aux pas de temps mensuel et annuel. L'irrigant doit préciser le relevé de l'index du compteur volumétrique. Dans le cas d'un autre type de dispositif, il doit indiquer les estimations de ces volumes, les valeurs des grandeurs physiques suivies et les périodes de fonctionnement de l'installation ou de l'ouvrage. Dans le registre doivent également figurer les autres éléments de suivi de l'exploitation de l'ouvrage ou de l'installation de prélèvement : incidents survenus, entretiens, date de pose, de contrôles et de remplacement du dispositif de mesure ou d'évaluation. Toutes ces données doivent être tenues à la disposition des agents de contrôle et conservées 3 ans.

Au-delà de l'obligation réglementaire et du calcul de la redevance Agence de l'Eau, en prélèvements individuels comme en réseau collectif (ASA, BRL...), le comptage des volumes permet à tous les irrigants de :

- > mieux connaître et contrôler leurs apports pour mieux les maîtriser,
- > diagnostiquer les éventuels dysfonctionnements de leurs systèmes d'irrigation en vérifiant la cohérence entre les volumes d'eau théoriques et ceux réellement prélevés.

Le comptage et l'enregistrement des volumes s'inscrivent bien comme les outils de base pour une irrigation raisonnée.

3.2 Comptage et redevance prélèvement à l'Agence de l'Eau

Dès que le volume annuel prélevé dépasse 10 000 m³, ou 7 000 m³ en ZRE, quel qu'en soit l'usage, les prélèvements d'eau dans le milieu naturel sont soumis à redevance. Les taux appliqués sont fonction de l'usage de l'eau (irrigation, alimentation en eau potable, industrie...), du mode d'irrigation et des zones de tarification (origine de l'eau). **Les irrigants individuels, comme les autres usagers (industries, collectivités...), doivent déclarer annuellement les volumes prélevés auprès de leur agence de bassin :**

Agence de l'Eau Rhône-méditerranée :

<https://www.eaurmc.fr/>

Agence de l'Eau Adour-Garonne :

<http://www.eau-adour-garonne.fr/fr/index.html>

Agence de l'Eau Loire-Bretagne :

<https://agence.eau-loire-bretagne.fr/home.html>

Remarque : Pour les irrigants en réseau collectif, le montant de cette redevance est calculé et intégré par le gestionnaire dans la cotisation (ASA) ou la facture (BRL).

Maintien en bon état de fonctionnement du dispositif de mesure des prélèvements

Arrêté du 19/12/2011 relatif à la mesure des prélèvements d'eau et aux modalités de calcul de l'assiette de la redevance pour prélèvement sur la ressource en eau :

Cet arrêté est venu préciser au redevable qu'au-delà du maintien en bon état de fonctionnement de son dispositif de mesure, il doit désormais procéder à sa remise en état d'origine ou à neuf tous les 9 ans, ou à un diagnostic de fonctionnement tous les 7 ans. Seuls des organismes habilités (*) pourront procéder à ces diagnostics. L'écart maximum toléré dans la plage de mesures sera de +/- 5 % pour les installations sur les conduites sous pression et à +/- 10 % pour celles sur écoulements à surface libre (canaux). Pour les installations existantes avant le 1^{er} janvier 2012, date d'entrée en vigueur de l'arrêté, un échéancier de mise en œuvre de l'obligation a été fixé.

Télécharger l'arrêté :

<http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000025023558>

(*) Liste des organismes habilités (mise à jour 10 avril 2018) :

https://www.eaurmc.fr/jcms/vmr_35824/fr/2017-liste-organismes-habiles-prelevements

4 Synthèse des obligations réglementaires de l'irrigant en fonction du type de ressource : peu de contraintes pour l'irrigant en réseau collectif

Face aux obligations réglementaires environnementales auxquelles doit répondre directement l'irrigant individuel pour ses prélèvements, l'utilisateur d'un réseau collectif bénéficie de la prise en charge par le gestionnaire des contraintes techniques et administratives liées au respect de ces normes.

Type de Ressource	Autorisation de prélèvement	Comptage des volumes	Redevance Agence de l'Eau
Irrigant en prélèvement individuel	L'irrigant doit détenir un récépissé de déclaration ou un arrêté d'autorisation . Quand un OUGC est en place, ce dernier détient une Autorisation Unique de Prélèvement (AUP). Dans ce cas, l'irrigant doit faire annuellement auprès de celui-ci une demande d'attribution d'un volume.	Présence d'un compteur volumétrique (*) et enregistrement des volumes prélevés. Achat, pose et maintenance du système de comptage à la charge de l'irrigant.	Déclaration annuelle des volumes prélevés et paiement direct de la redevance auprès de l'Agence faits par l'irrigant.
Irrigant sur réseau collectif ASA	Irrigant non concerné, autorisation détenue par l'ASA.	En fonction du mode de distribution de l'eau, un moyen de comptage ou d'évaluation des volumes adapté est mis en place et contrôlé par l'ASA.	Déclarée et payée globalement par l'ASA à l'Agence, la redevance est refacturée au travers de la cotisation de l'irrigant.
Irrigant sur réseau collectif BRL	Irrigant non concerné, autorisation détenue par BRL.	Un compteur est présent à la borne. Le comptage et la maintenance sont assurés par BRL.	Déclarée et payée globalement par BRL à l'Agence, la redevance est refacturée à l'irrigant.

(*) En cas de non-utilisation de compteur, un autre dispositif de mesure en continu doit être présenté assurant la même garantie qu'un compteur volumétrique en termes de précision, de stabilité et de représentativité des volumes d'eau prélevés.

Maîtrise des pratiques d'irrigation

- 1 **Quand irriguer ? Combien apporter ?**
- 2 **Appliquer la dose voulue**

La Maîtrise des pratiques d'irrigation

L'objectif est de pratiquer une irrigation au plus près des besoins en eau des plantes. Autrement dit, il s'agit d'apporter suffisamment d'eau pour garantir la performance de la culture (optimisation du rendement et de la qualité) tout en évitant les excès, potentiellement pénalisants à différents niveaux : effet dépréciatif sur la culture, coût de l'eau, incidence sur le milieu.

La démarche préconisée est celle d'une irrigation **raisonnée** et **maitrisée**, reposant sur :

- > la détermination des besoins en irrigation de la culture concernée à un instant donné ;
- > la capacité à appliquer la dose voulue ;
- > la validation des pratiques grâce à des outils de pilotage.

1 Quand irriguer ? Combien apporter ?

Plusieurs questions liées se posent : à partir de quand arroser, quelle dose apporter, comment fractionner les irrigations, comment prendre en compte les pluies ?

Une réponse très générale consiste à dire qu'il faut irriguer lorsque les besoins en eau de la plante ne sont plus assurés ni par les réserves en eau du sol accessibles aux racines, ni par les pluies.

1.1 La base du raisonnement : le bilan hydrique

L'état de la réserve en eau du sol peut être apprécié au moyen d'un bilan hydrique, qui fait intervenir les "entrées" en eau (pluie et irrigation) et les "sorties" (consommation par les plantes, drainage au-delà des racines). Cette approche simplifiée ne tient pas compte de remontées capillaires ni d'apports ou pertes par ruissellement, qui peuvent être significatifs dans certaines situations et qu'il est alors nécessaire d'intégrer au raisonnement.

Le bilan hydrique simplifié peut être exprimé comme suit :

$$\text{RÉSERVE actuelle} = \text{RÉSERVE précédente} + \text{PLUIE} + \text{IRRIGATION} - \text{CONSOMMATION} - \text{DRAINAGE}$$

1.1.1 Réserve et drainage

Réserve : on prend en considération la réserve en eau du sol exploitée par les racines. La profondeur d'enracinement varie selon les espèces, leur stade de développement et la nature du sol.

Drainage : on considère qu'une fois la réserve pleine au niveau de la zone racinaire, l'excédent apporté par les pluies ou l'irrigation est drainé en profondeur et n'est pas exploitable par la culture.

Pour une profondeur d'enracinement donnée, la réserve en eau varie selon :

- > la charge en éléments grossiers (graviers, cailloux) ;
- > la texture du sol (proportion sable / limon / argile) ;
- > la teneur en matière organique.

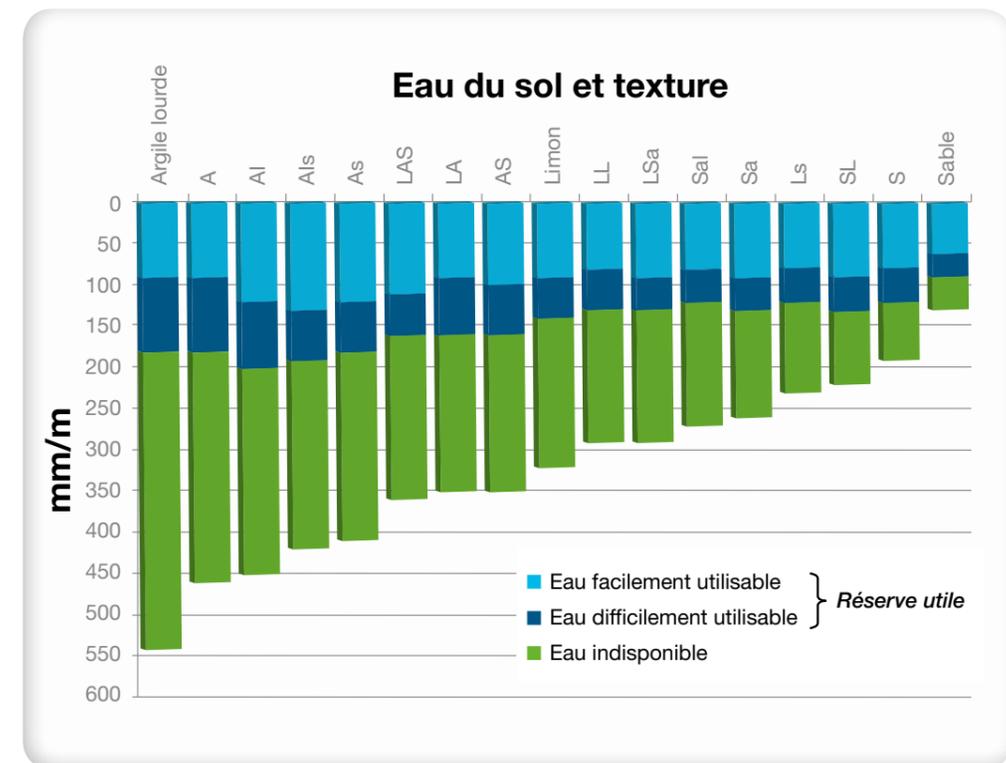
On ne prend en compte que l'eau réellement utilisable, c'est-à-dire celle que les plantes sont capables d'extraire. En effet, une partie de l'eau du sol reste fortement retenue et **indisponible**.

A titre indicatif, la **réserve utile (RU)** pour un sol non caillouteux varie dans la gamme suivante :

- > de 0,9 à 1,2 mm/cm pour une texture grossière (sable),
- > de 1,3 à 1,6 mm/cm pour une texture moyenne,
- > de 1,8 à 2,0 mm/cm pour une texture fine (argile, argilo-limoneux, argilo-sableux).

La **réserve facilement utilisable (RFU)** par les plantes est estimée entre 1/2 et 2/3 de la RU.

Autrement dit, pour des sols non caillouteux et pour une profondeur de 1 m exploitée par les racines, la réserve utile se situe entre 90 et 200 mm, et la réserve facilement utilisable entre 60 et 120 mm, tel qu'illustré par le graphique ci-dessous :



1.1.2 Les pluies

Les pluies présentent une forte variabilité spatiale, en particulier lors d'épisodes à caractère orageux. Le seul moyen précis pour connaître la hauteur de pluie sur des parcelles est l'installation d'un pluviomètre à proximité.

À défaut, des données peuvent être obtenues à partir de réseaux de stations climatiques, au risque d'être un peu moins précises sur la situation locale. Certains fournisseurs de données météorologique proposent également des lames d'eau spatialisées, notamment à partir de mesures radar.

Selon l'intensité de l'épisode pluvieux, une partie de l'eau ne pénètre pas dans le sol et ruisselle. Il est alors nécessaire de tenir compte d'un coefficient d'efficacité des pluies. Celui-ci dépend notamment de l'état de surface de la parcelle, de la pente et s'avère souvent difficile à évaluer.

1.1.3 L'irrigation

Le compteur volumétrique constitue le seul équipement réellement efficace pour mesurer les quantités d'eau apportées par irrigation.

Elles peuvent aussi être approchées à partir des temps d'irrigation, sous réserve de connaître la pluviométrie de l'installation (voir le paragraphe "Connaître son installation" ci-après). Cette façon de procéder s'avère toutefois imprécise en de nombreuses circonstances.

1.1.4 La consommation en eau par les cultures

Cette consommation dépend tout d'abord de la demande climatique, que l'on caractérise par l'évapotranspiration potentielle (ETP).

Contrairement à la pluie, cette donnée ne peut pas s'obtenir simplement. Elle nécessite une station météorologique complète et installée selon des standards rigoureux. La station en question doit être dotée de capteurs performants et régulièrement maintenus.

Le plus souvent, cette donnée est donc acquise auprès de fournisseurs de données agro météorologiques. Elle est aussi généralement diffusée dans le cadre d'avertissements à l'irrigation.

Les données d'ETP sont relativement homogènes à l'échelle de petites régions, ce qui permet de se référer aux stations raisonnablement proches.

Le **Mémento Irrigation** fournit des valeurs d'ETP médianes sur 20 ans (fiche "Références climatiques") pour différentes stations METEO FRANCE et au pas de temps décennal.

La consommation en eau d'une culture à un instant donné est proportionnelle à l'ETP, selon un **coefficient cultural (KC)**, dépendant de la culture elle-même et de son stade végétatif.

$$\text{CONSOMMATION} = \text{KC} \times \text{ETP}$$

Le **Mémento Irrigation** donne, culture par culture, l'évolution du KC au cours du cycle végétatif.

1.1.5 L'utilisation du bilan hydrique

Le bilan hydrique permet de suivre l'évolution de la réserve en eau du sol au cours du temps. L'utilisation d'un pas de temps hebdomadaire est en général convenable.

- ▶ **Planification prévisionnelle** : à partir des données météo moyennes, le bilan hydrique permet de prévoir a priori les consommations des cultures et leur évolution au cours du temps.
- ▶ **Conduite des irrigations** : un bilan hydrique actualisé régulièrement constitue une base de raisonnement des irrigations et permet notamment de :
 - situer le démarrage (ou la reprise) des irrigations,
 - déterminer la dose d'irrigation adaptée à une culture et une période donnée,
 - des outils et des observations complémentaires permettent ensuite d'affiner les pratiques.

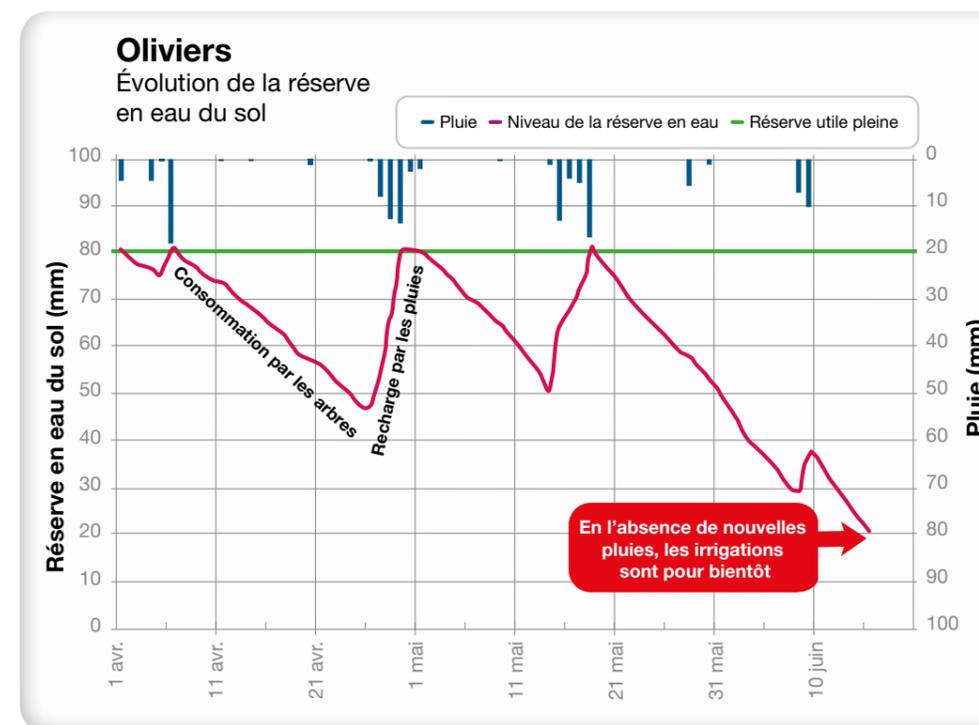
1.2 Quand déclencher la première irrigation ?

Les irrigations sont déclenchées lorsque les réserves en eau du sol et les pluies ne satisfont plus aux besoins de la culture. D'une façon générale et en situation de ressource en eau non limitante, il est recommandé de démarrer l'irrigation avant que la RFU ne soit épuisée.

Pour les cultures sensibles au stress hydrique, il est prudemment conseillé d'arroser lorsque 50% de la RFU est consommée.

Inversement, certaines cultures adaptées au stress hydrique (ex. : olivier) sont en mesure d'exploiter l'eau du sol jusqu'à des niveaux de réserves plus faibles et l'irrigation peut attendre la consommation complète de la RFU, voire plus.

- ▶ **Le bilan hydrique** permet de suivre l'évolution de la réserve en eau du sol et de situer le démarrage des irrigations. L'illustration du bilan sous forme de graphique facilite la lecture des données.



- ▶ Une autre approche consiste à se baser sur des **outils de pilotages** de l'irrigation, permettant de suivre l'état de la réserve en eau du sol ou le niveau de stress hydrique de la plante. Un point particulier est consacré à ce sujet ci-après.
 - Le déclenchement de l'irrigation est envisagé lorsque les grandeurs mesurées sont proches de seuils préétablis (par exemple une tension en eau du sol supérieure à 40 cbar, mesurée à l'aide d'un tensiomètre).
- ▶ **Ces deux approches sont complémentaires** et idéalement il est préconisé de les combiner.
- ▶ En général, les avertissements à l'irrigation diffusés par différents organismes, sont basés sur cette double approche :
 - bilan hydrique ;
 - suivi de parcelles de référence, équipées d'outils de pilotage. Il en découle des préconisations sur les dates de démarrage des irrigations, à adapter ensuite par chacun en fonction des spécificités locales.

1.3 Combien apporter ?

A partir du moment où le besoin d'irriguer est avéré et en l'absence de pluie, l'irrigation doit couvrir la consommation en eau de la culture. Autrement dit :

$$\text{IRRIGATION} = \text{CONSUMMATION} = \text{KC} \times \text{ETP}$$

Ce calcul donne un besoin en eau exprimé en mm par jour, semaine ou décade, selon le pas de temps utilisé.

Une estimation des besoins d'irrigation moyens peut être faite à partir des données KC et ETP fournies dans le **Mémento Irrigation**, en se rattachant à l'une des stations météorologiques. Cette estimation mérite d'être affinée en se procurant des données d'ETP pour la saison en cours et si possible sur une station proche.

1.4 Comment déterminer le rythme d'irrigation et la dose unitaire ?

Pour un lieu et une culture donnés, la dose d'irrigation va sensiblement varier au cours de la saison, en fonction du stade de développement et de la demande climatique. Elle sera adaptée en combinant **le rythme d'irrigation** et **la dose unitaire (dose par arrosage)**. Par exemple :

- > en arrosant à fréquence fixe (une fois par jour, une fois par semaine...) et en faisant varier la dose à chaque arrosage ;
- > en arrosant à dose fixe et en faisant varier l'espacement entre deux arrosages.

Le choix entre ces deux types de stratégie s'effectue en fonction d'un certain nombre de critères et notamment :

- > la culture et sa profondeur d'enracinement, qui évolue au cours de la saison pour les cultures annuelles ;
- > le type de sol et sa réserve utile (dose unitaire plus faible et fréquence plus élevée sur des sols à faible réserve) ;
- > la disponibilité en eau d'irrigation (tours d'eau éventuels) ;
- > les possibilités et les contraintes liées aux équipements d'arrosage ;
- > les moyens humains et techniques disponibles sur l'exploitation.

Quelques règles à retenir :

1. La dose maximum pour un apport est celle qui reconstitue la réserve facilement utilisable (RFU) en eau du sol, dans la zone exploitée par les racines.

Exemple :

Pêchers enracinés à 80 cm
Sols de texture moyenne contenant 30 de cailloux
RU d'environ 90 mm et RFU de 60 mm
Dose maximum pour un apport = 60 mm.

2. Pour les cultures annuelles, tenir compte de la progression de l'enracinement en profondeur en cours de cycle. Un fractionnement important s'impose en début de cycle lorsque l'enracinement est faible, pour limiter le risque de perte de l'eau en profondeur et de non satisfaction des besoins de la culture.
3. Des apports fréquents et à faible dose permettent de suspendre les irrigations de façon réactive en cas de pluie et de mieux valoriser ces dernières.

4. Attention : **en irrigation localisée**, le matériel n'assure pas une répartition de l'eau sur la totalité de la parcelle (par exemple en micro-jet, goutte-à-goutte). Les apports se trouvent concentrés à proximité des émetteurs, tandis que certaines zones restent sèches. **Il est dans ce cas indispensable d'augmenter le fractionnement des apports** pour éviter les pertes d'eau par drainage en profondeur à la verticale des émetteurs.

Exemple :

une parcelle de vigne, équipée en goutte-à-goutte avec une densité de 1 émetteur pour 2,5 m² (4 000 émetteurs par ha) et un rayon de diffusion de 40 cm autour de l'émetteur.

Lors d'une irrigation à raison de 100 m³/ha, soit 10 mm :

- 4/5 de la surface reste sèche ;
- 1/5 de la surface reçoit la totalité de l'eau, soit environ 50 mm sous les goutteurs qui vont recharger le sol sur 50 cm de profondeur.

1.5 Comment prendre en compte les pluies ?

En cas de pluie, il est important d'évaluer leur contribution et le cas échéant de suspendre les irrigations. Pour gérer ce type de situation il est nécessaire :

- > de connaître la hauteur de pluie, idéalement à l'aide d'un pluviomètre implanté à proximité ;
- > d'estimer son efficacité (part perdue par ruissellement ou drainage) : cet exercice est très difficile...

► Calcul théorique :

$$\text{Jours sans irrigation} = \text{PLUIE EFFICACE (mm)} \div \text{CONSUMMATION (mm/j)}$$

Exemple :

Un épisode de pluie de faible intensité réparti sur deux jours fin avril, avec un cumul de 30 mm considéré comme efficace à 100 %.

Des abricotiers consommant 1,7 mm/j.

Les irrigations peuvent être suspendues une quinzaine de jours. (30 mm ÷ 1,7 mm/j = 18 j).

Cette approche par le calcul reste théorique et mérite d'être confortée à l'aide d'outils de pilotage (voir le paragraphe "Outils de pilotage" ci-après). Les critères de reprise des irrigations sont les mêmes que pour leur démarrage en début de saison.



Pluviomètre automatique

2 Appliquer la dose voulue

A partir du moment où la dose objectif est déterminée, il est nécessaire de se donner les moyens de l'apporter effectivement, ce qui passe par :

- > la connaissance des caractéristiques techniques de l'installation ;
- > le contrôle de l'installation à fréquence régulière, son entretien et sa maintenance ;
- > l'application des consignes d'irrigation (volume ou temps) en cohérence avec la dose objectif ;
- > la vérification a posteriori que les apports effectivement réalisés sont conformes à l'objectif.

2.1 Connaître son installation

Les enquêtes menées auprès des producteurs montrent assez fréquemment une connaissance insuffisante du matériel d'irrigation utilisé :

- > Quel est le débit des émetteurs ?
- > Quelle est la pluviométrie de l'installation ?
- > Quelle est la dose d'irrigation apportée, exprimée en mm (et non pas en heures) ?

2.1.1 Connaître le dimensionnement (maille, débit, pluviométrie) de l'installation

Pour chacun des postes d'irrigation il est nécessaire de connaître les caractéristiques de base suivantes :

- ▶ **Le débit global du poste** : en litres par heure (l/h)
- ▶ **Débit théorique du poste** : il se calcule à partir des données de conception de l'installation.
Débit du poste (l/h) = Débit d'un émetteur (l/h) x Nombre d'émetteurs
Attention : le débit de l'émetteur est susceptible de varier en fonction de la pression de service. Ces données sont disponibles auprès du fournisseur et installateur du matériel.
- ▶ **Débit effectif du poste** : à la mise en service de l'installation, puis à fréquence régulière, il est utile de mesurer le débit du poste en complément du calcul théorique précédent. Cette mesure nécessite de disposer d'un compteur volumétrique. En fonctionnement stabilisé de l'installation, mesurer le volume passé pendant un temps donné et en déduire le débit.
Débit du poste (l/h) = (Index final - Index initial) ÷ Durée de la mesure
- ▶ Attention aux unités utilisées : ne pas oublier les conversions éventuellement nécessaires (volume en litres et durée en heures).
Il est très important de procéder à cette mesure :
 - > Le débit effectif peut s'écarter de façon significative du débit théorique du projet (pour un problème de pression par exemple). Dans l'ignorance du débit réel de l'installation, on s'expose à un risque de sur ou sous dosage.
 - > Un débit "anormal" peut être un symptôme de dysfonctionnement : fuite, colmatage, pression insuffisante... qui conduira à réaliser un diagnostic de l'installation et traiter le problème une fois identifié.
- ▶ **La surface** arrosée par le poste : en mètres carrés (m²).

▶ **La maille** : en mètres carrés (m²). Elle correspond à la surface de la parcelle affectée à un émetteur. Elle se calcule de 2 façons :

- > En divisant la surface du poste par le nombre d'émetteurs.
- > En multipliant la distance entre 2 émetteurs par l'écartement entre deux rampes.

Exemple 1 :

Couverture intégrale en culture légumière de plein champ.

Ecartement entre deux rampes : 12 m

Ecartement entre deux asperseurs : 12 m

Maille = 12 x 12 = 144 m²

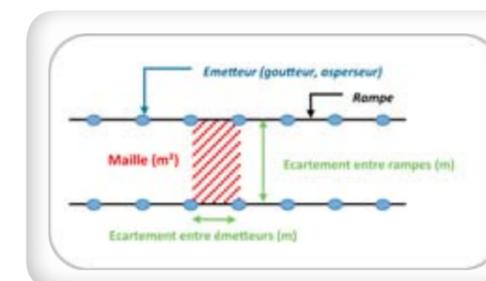
Exemple 2 :

Goutte-à-goutte sur vigne.

Ecartement entre deux rampes : 2,25 m

Ecartement entre deux goutteurs : 1 m

Maille = 2,25 x 1 = 2,25 m²



▶ La pluviométrie

La pluviométrie horaire correspond à "l'intensité" de l'irrigation.

Elle se calcule de deux façons possibles :

Pluviométrie (mm/h) = Débit du poste (l/h) ÷ Surface du poste (m²)

ou Pluviométrie (mm/h) = Débit d'un émetteur (l/h) ÷ maille (m²)

Remarque : Le débit d'une installation et sa pluviométrie sont dépendants de la pression dans le réseau d'irrigation (sauf en cas d'émetteur autorégulant). Des variations de doses significatives peuvent donc être occasionnées par :

- > Des fluctuations de pression ignorées ou non contrôlées par un régulateur.
 - > Se prémunir à l'aide d'un régulateur de pression, contrôler avec une prise de pression manométrique.
- > L'utilisation de postes déséquilibrés ou à géométrie variable dans le temps.
 - > Accorder toute l'importance nécessaire à la bonne conception de l'installation.

2.1.2 Cas des enrouleurs, pivots, rampes

Ces matériels d'irrigation ont la particularité d'être dotés d'un ou plusieurs émetteurs mobiles, ce qui conduit à une approche différente, non détaillée dans le présent document.

2.1.3 Connaître les équipements qui constituent son installation

- ▶ Disposer d'un plan descriptif de l'installation : emplacement des différents équipements (depuis l'alimentation en eau jusqu'à l'émetteur), écartement entre rampes, écartement entre émetteurs.
- ▶ Noter les caractéristiques techniques des différents équipements. L'objectif est d'être en mesure de remplacer les matériels défectueux par des équipements identiques. Remarque : l'hétérogénéité de la pluviométrie en aspersion s'explique le plus souvent par le remplacement des asperseurs par d'autres modèles au débit différent.
- ▶ Il est utile de rassembler ces éléments ainsi que les données de dimensionnement (pression nominale de fonctionnement, débit du poste, pluviométrie) sur une fiche de synthèse.

2.2 Contrôle et maintenance

Le bon fonctionnement d'une installation d'irrigation passe par un contrôle et une maintenance réalisés à fréquence régulière.

2.2.1 Les opérations de routine

► Avant la mise en eau :

- › Procéder à une inspection visuelle pour localiser les fuites éventuelles et le mauvais fonctionnement de certains émetteurs.
- › Contrôler l'état des filtres et le bon fonctionnement des programmeurs.
- › Purger les rampes.
- › Contrôler la conformité de la pression (prises de pression en différents points du réseau + manomètre) et du débit global du poste (compteur) par rapport aux caractéristiques initiales.

► **En période d'irrigation** : les contrôles préconisés avant la mise en eau méritent d'être répétés, la fréquence étant adaptée selon le type de matériel, la qualité de l'eau... Les contrôles visuels du matériel et de l'état de la végétation sont primordiaux.

► En fin de campagne d'irrigation :

- › Renouveler les purges des rampes.
- › Pour le goutte-à-goutte : injecter de l'acide (contre le calcaire) et du chlore (contre la matière organique). Il peut être parfois nécessaire de répéter ces opérations en cours de saison.
- › Protéger l'installation contre le gel.

2.2.2 Vérification de l'uniformité de distribution

La vérification de l'uniformité des débits des émetteurs peut être nécessaire suite à certains constats (par exemple une culture qui souffre par endroits) ou simplement parce que le matériel vieillit. Ce contrôle permet de mettre en évidence d'éventuels problèmes de colmatage et autres dysfonctionnements.

► S'équiper :

- › d'une montre permettant de compter une minute ;
- › d'un récipient pour récupérer l'eau (à adapter selon le type d'émetteur : seau, tube PE, coupelle...);
- › d'un récipient gradué pour mesurer le volume.

► Ouvrir le poste et attendre que le débit et la pression s'équilibrent.

► Mesurer le débit sur 16 émetteurs, répartis comme suit :

- › sur 4 rampes différentes : la 1^{ère}, une rampe située au 1/3, une rampe située au 2/3 et la dernière ;
- › sur 4 émetteurs par rampe : le 1^{er}, un situé au 1/3, un situé au 2/3 et le dernier.

► Classer les débits par ordre croissant et calculer :

› La moyenne de l'ensemble des mesures :

$$Q_{\text{moy}} = \text{Somme des 16 débits} \div 16$$

› La moyenne des 4 mesures les plus faibles :

$$Q_{\text{min}} = \text{Somme des 4 débits les plus faibles} \div 4$$

› Le coefficient d'uniformité :

$$CU (\%) = Q_{\text{min}} \div Q_{\text{moy}} \times 100$$

CU > 90 % : uniformité satisfaisante, rien à signaler.

90 % > CU > 70 % : uniformité insuffisante. Prévoir un nettoyage du réseau.

CU < 70 % : problème important Diagnostic et intervention rapide nécessaires.



Compteur et électrovanne télécommandés

2.3 Gestion de la dose d'arrosage

$$\text{Dose par arrosage (mm)} = \text{Besoin quotidien (mm/j)} \times \text{Écart entre 2 arrosages (j)}$$

Rappel : 1 mm = 1 litre par m² = 10 m³/ha

Pour appliquer correctement la consigne d'arrosage ainsi calculée, il est nécessaire de traduire cette dose en un temps d'irrigation ou un volume.

2.3.1 Dose et Temps d'irrigation

$$\text{Temps (h)} = \text{Dose (mm)} \div \text{Pluviométrie (mm/h)}$$

Ce calcul donne le temps d'ouverture du poste d'irrigation, géré soit manuellement, soit à l'aide d'un programmeur horaire.

Attention aux conversions heures / minutes. Exemple : 1,20 h = 1h12 mn.

2.3.2 Dose et Volume

$$\text{Volume (l)} = \text{Dose (mm)} \times \text{Surface (m}^2\text{)}$$

Ce calcul donne le volume passé pendant l'ouverture du poste d'irrigation.

Les vannes volumétriques qui intègrent un compteur, permettent de déclencher manuellement l'irrigation, tandis que la fermeture est automatique une fois la consigne atteinte.

Dans tous les cas, il est recommandé d'enregistrer les volumes apportés à l'aide d'un **compteur volumétrique** et ce à fréquence régulière. Cet équipement est précieux :

► Pour contrôler que les apports effectifs correspondent bien à l'objectif. Un écart significatif met en évidence un souci sur l'installation (survenue d'une fuite, d'un colmatage, erreur de programmation...).

► La connaissance précise des quantités d'eau apportées est nécessaire à une interprétation correcte des données fournies par les outils de pilotage des irrigations.

3 Ajuster sa pratique avec des outils de pilotage

Différents outils de pilotage sont disponibles, reposant sur des principes variés : suivi de l'eau dans la plante, suivi de l'eau dans le sol.

Les techniques concernées sont plus ou moins sophistiquées sur le plan de la mesure proprement dite, ainsi que sur le plan de l'enregistrement et du traitement des données.

De l'observation de l'humidité d'un sol par sondage à la tarière... À la mesure de flux de sève dans un rameau.

D'une valeur de tensiomètre à eau lue sur un manomètre à aiguille et notée sur un carnet...

À une valeur de tensiomètre électrique enregistrée en continue, transmise à distance et consultable depuis son téléphone portable sur un serveur internet.

3.1 L'apport des outils de pilotage

Les outils de pilotage permettent d'évaluer soit le niveau de la réserve en eau du sol, soit le niveau de stress de la culture. Les indications fournies constituent une aide à la décision :

- Pour **déclencher** la première irrigation, ajuster le rythme des suivantes, les suspendre à bon escient en cas de pluie.

Exemple : Tensiomètres - Déclencher les irrigations sur pêchers lorsque les capteurs installés à 30 cm de profondeur atteignent des valeurs de 30-40 cbar.

- Pour **valider ou corriger** les apports pratiqués.
 - Les capteurs implantés dans la zone d'enracinement permettent d'évaluer le niveau d'alimentation en eau : satisfaisant, insuffisant (stress de la culture) ou excessif (risques d'asphyxie).
 - Les capteurs implantés plus en profondeur au-delà de la zone d'enracinement permettent de mettre en évidence la bonne exploitation des réserves d'eau en profondeur lorsque la saison avance, et l'absence de pertes en eau par drainage.

Exemple 1 : Sonde capacitive - Les irrigations ne suffisent pas à maintenir l'humidité volumique du sol à un niveau satisfaisant dans la zone d'enracinement → Augmenter les apports.

Exemple 2 : Tensiomètre - Les capteurs installés en profondeur (au-delà du système racinaire) indiquent des valeurs proches de 0 cbar, signes de pertes d'eau par drainage → Diminuer la dose d'apport ou fractionner plus les irrigations.

3.2 Les outils les plus couramment utilisés

Avant de citer des outils de suivi des sols ou des plantes, il paraît bon de rappeler tout l'intérêt d'utiliser :

- **Un compteur volumétrique** : il s'agit d'un **outil peu coûteux, indispensable et préalable** pour maîtriser correctement ses apports.

Le compteur doit faire l'objet de relevés à fréquence régulière avec enregistrement et suivi des apports pratiqués.

Comme pour la plupart des outils de pilotage des irrigations, la possibilité d'enregistrer automatiquement et de transmettre à distance les données de consommation en eau facilite grandement ce suivi (moyennant un coût).

Le bilan hydrique : son intérêt a été largement présenté précédemment (point 1.1.). Il constitue la base des conseils diffusés dans le cadre des avertissements à l'irrigation.

Cet outil reste assez facile à s'approprier et à utiliser sur une exploitation agricole, à l'aide d'un simple tableur informatique.

Un certain nombre de logiciels de calcul du bilan hydrique ont été développés par les instituts de recherche, mais peu ont fait l'objet d'une application pour les irrigants.

On peut signaler le développement d'un service disponible via internet et proposant un conseil à l'irrigation de la vigne selon le principe du bilan hydrique.

- Sans oublier la simple **observation de l'état du végétal et du sol** (sondage à la tarière à main, à la bêche).

3.2.1 Les tensiomètres

Les sondes tensiométriques permettent de mesurer non pas la teneur en eau du sol, mais sa **disponibilité**. La tension mesurée, exprimée en centibar, traduit l'effort que doit exercer la plante pour extraire l'eau du sol.

Les sondes s'implantent dans le sol et y demeurent pendant la durée du cycle de la culture.

Deux types de sondes existent sur le marché :

- des tensiomètres à eau, avec lecture directe sur un manomètre. Ces sondes ne fonctionnent plus de manière satisfaisante au-delà de 80 cbar et sont à réserver aux cultures conduites en situation de confort hydrique (cultures légumières) ;
- des tensiomètres électriques. La mesure se fait à l'aide d'un boîtier déplacé de sonde en sonde.



Tensiomètres

Pour la mise en œuvre pratique de ces outils, se référer à des documents de référence qui fournissent des conseils pour leur pose et leur utilisation : Guide pratique Irrigation (IRSTEA Editions) ou Fiches "L'eau fertile" de l'ARDEPI.

La tensiométrie est un des modes de pilotage le plus abordable et adapté à la majorité des cultures :

- l'investissement est modéré dans la configuration simple tensiomètre + boîtier de mesure ;
- son installation est aisée ;
- les règles d'interprétation sont simples.

Pour autant, elle présente des limites qui peuvent en restreindre l'usage et notamment :

- la mesure manuelle à fréquence régulière, la saisie des résultats, la mise en graphique peuvent être jugées contraignantes (c'est la contrepartie du côté économique de l'outil) ; des moyens d'enregistrement et transmission automatique permettent de s'affranchir de cette contrainte.
- les tensiomètres ne fonctionnent plus au-delà d'un certain niveau d'assèchement du sol, et de ce fait ne conviennent pas bien pour les cultures conduites en situation de rationnement en eau (vigne principalement).

3.2.2 Les sondes capacitives

Les sondes capacitatives donnent une mesure de la **teneur en eau** du sol à partir de mesures de type électromagnétique. Les capteurs utilisés sont soit fixes dans le sol, soit déplaçables pour faire une mesure au niveau de tubes préalablement installés dans le sol.

Les sondes fixes constituent une alternative aux tensiomètres. Comme pour ces derniers, le coût relativement élevé du matériel n'est pas tant lié au capteur lui-même, qu'aux équipements connexes d'enregistrement automatique, transmission à distance et de traitement des données. Toutefois, ces coûts associés à la télégestion des données baissent sensiblement en cette période de rapide évolution technologique.

L'interprétation des teneurs mesurées nécessitent en général une phase préalable de "calage".

3.2.3 Le cas particulier de la vigne

La conduite de l'irrigation de la vigne présente des spécificités qui font que les outils cités ci-dessus ne sont pas les plus adaptés.

Les tensiomètres et les sondes capacitatives permettent de suivre l'évolution de la réserve en eau du sol, mais difficilement au-delà de 80 cm de profondeur. Les tensiomètres ne fonctionnent plus à partir d'un certain niveau d'épuisement de la réserve en eau, alors que la vigne s'alimente encore correctement.

Dans ces conditions, les outils recommandés pour le suivi de la vigne sont les suivants :

- ▶ Le bilan hydrique et les avertissements à l'irrigation.
- ▶ Le suivi des croissances de rameau (croissances d'apex).
- ▶ Les mesures de potentiel foliaire de base.

Il s'agit incontestablement de la mesure de référence pour mesurer l'état hydrique de la vigne. Elle se réalise à l'aide d'une chambre à pression dite de Scholander. Il s'agit d'estimer, à l'aide de la pression d'un gaz neutre appliqué sur une feuille, la capacité des cellules à retenir l'eau. Moins il y aura d'eau libre dans la plante, plus la pression nécessaire pour la faire sortir sera forte. Le résultat, la pression nécessaire pour extraire la sève de la feuille, est exprimé en Bar ou en Mpa, toujours en valeur négative. Ce potentiel représente l'état hydrique de l'organe à un instant donné et peut être mesuré sur toute feuille et à toute heure selon ses objectifs. Il peut permettre notamment de suivre l'évolution de la contrainte au cours de la journée. Il existe une forte variabilité entre feuilles et son interprétation peut s'avérer problématique. On préférera plutôt le potentiel hydrique foliaire de base

Ce potentiel (phfb) représente un équilibre entre l'état hydrique de la vigne et l'état hydrique du sol. La mesure se réalise en fin de nuit, avant le lever du soleil. Il s'agit d'un indicateur robuste qui a permis d'obtenir de solides seuils de référence de l'état hydrique de la vigne, validés à l'échelle internationale. Ces seuils peuvent varier suivant les cépages. Il existe une faible variabilité entre feuilles. Il s'agit d'une méthode adaptée aux vignobles à forte contrainte hydrique de type méditerranéen (source IFV).

Malgré l'intérêt de chacun de ces outils, aucune des mesures qu'ils fournissent ne se suffit à elle seule.

Ainsi, pour une conduite "de base" de l'irrigation de la vigne, les viticulteurs se fieront aux avertissements irrigation diffusés par certains organismes de la région et les compléteront utilement par des mesures de croissance d'apex sur leurs parcelles.

Pour les viticulteurs qui souhaiteraient tendre vers une conduite de précision, le complément "modèle" et "potentiel hydrique foliaire de base" est intéressant et se développe actuellement via des plateformes internet proposant des conseils à l'irrigation de la vigne basés sur le principe du bilan hydrique.

3.3 Les grands principes communs à tous les outils

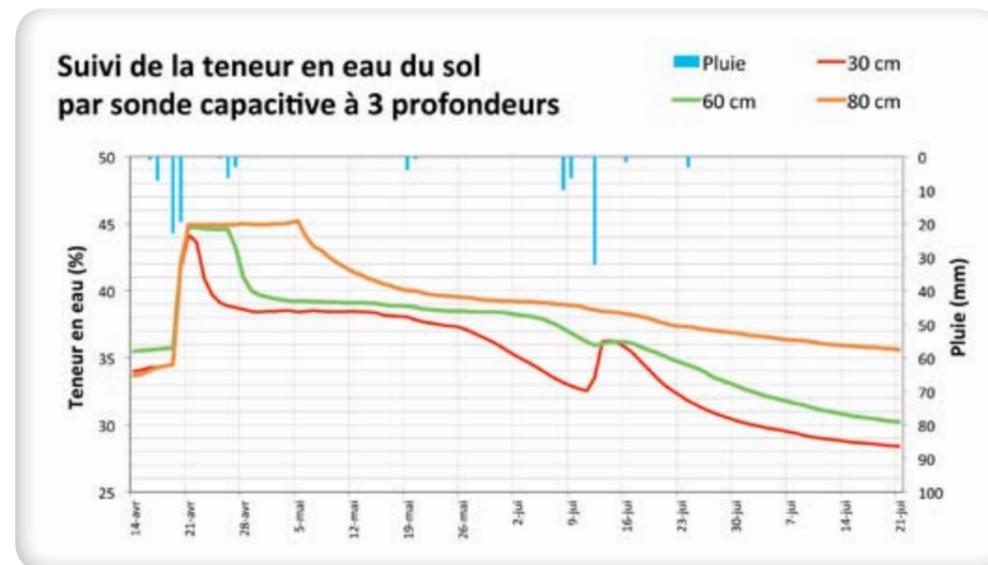
Quels que soient les outils utilisés, un certain nombre de précautions sont à respecter au risque de fausser la validité des mesures effectuées :

- ▶ S'assurer du **bon état du capteur**.
 - ▶ **Exemple : tester les tensiomètres électriques avant de les poser, selon la procédure recommandée par le fournisseur.**
- ▶ Réaliser les mesures dans une **situation représentative**.
 - ▶ Des types de sols présents sur la parcelle.
 - ▶ De l'état général de la culture.
 - ▶ Pour les capteurs installés dans le sol, leur positionnement doit tenir compte :
 - ▶ De la distribution en eau, qui sera très différente entre une couverture intégrale par aspersion et une irrigation localisée en goutte-à-goutte.
 - ▶ De la localisation du système racinaire. Il est intéressant de disposer des capteurs dans la zone d'enracinement pour s'assurer d'une alimentation en eau suffisante, mais également en-dessous pour vérifier l'absence de pertes en eau en profondeur.

Cela suppose une bonne connaissance de sa parcelle, de la culture et de son enracinement, du système d'irrigation et de la diffusion de l'eau dans le sol (des sondages préalables à la tarière à main peuvent fournir des indications précieuses).

Une parcelle étant rarement homogène, il est intéressant de **reproduire la mesure en différents points** pour une meilleure appréciation de la situation. Ceci est plus ou moins faisable selon le coût du capteur, la difficulté de son installation et le temps nécessaire à la réalisation de la mesure.

- ▶ **Exemple 1 : Comptage de la croissance des rameaux sur vigne : une simple observation ne nécessitant aucun matériel, que l'on peut multiplier sur la parcelle en peu de temps.**
- ▶ **Exemple 2 : Mesure en continu de l'humidité volumique du sol à l'aide de capteurs capacitifs fixes installés à différentes profondeurs dans un tube. Le coût de l'outil et la difficulté à l'installer sur certains types de sols conduisent à limiter le nombre de points de mesure.**
- ▶ Apporter beaucoup de soin lors de **l'installation du capteur**.
 - ▶ **Exemple : assurer un excellent contact capteur / sol lors de l'installation d'une sonde capacitive.**
 - ▶ Respecter le **protocole de mesure** indiqué par le fournisseur du matériel.
 - ▶ **Exemple 1 : Tensiomètre - Calibrer systématiquement la température de sol sur le boîtier de mesure.**
 - ▶ **Exemple 2 : Mesure de potentiel foliaire de base - Respecter les plages horaires pour la réalisation de la mesure.**



Quel que soit l'outil utilisé, la simple lecture instantanée de la mesure fournie n'est généralement pas suffisante pour une prise de décision. Les mesures nécessitent d'être traitées et interprétées :

- ▶ **Enregistrer** les mesures et les **illustrer sous forme graphique** pour interpréter les valeurs plus facilement. Il faut s'intéresser à la situation à un instant donné mais surtout à son évolution au cours du temps. Aujourd'hui, la majorité des capteurs peuvent être fournis avec des dispositifs d'enregistrement automatiques, une transmission à distance et une interface informatique archivant et mettant en forme les résultats.
- ▶ **Faire figurer les pluies et les irrigations** (date, hauteurs d'eau) sur les graphiques.
- ▶ **Interpréter** les mesures à partir de grilles d'interprétation adaptées à la culture concernée.

Exemple 1 : Tensiomètre - Sur salade, maintenir les tensions entre 20 et 50 cbar à 20 cm de profondeur.

Exemple 2 : Microvariations de diamètre d'organe – Pour des branches de pêcheurs de 30 à 40 mm de diamètre, la variation de diamètre au cours de la journée (Amplitude de Contraction Diurne) "normale" est de 0 à 150 µm, et le seuil de stress se situe autour de 200 à 400 µm.

3.4 D'autres outils...

Au-delà des outils cités aux points précédents, des techniques complémentaires existent.

Celles-ci ne sont pas abordées plus en détail dans le présent document car elles sont considérées comme difficilement appropriables par le plus grand nombre des irrigants (pour des raisons de complexité de mise en œuvre, de coût, d'aboutissement des outils d'interprétation...).

Elles présentent chacune leur intérêt spécifique et à ce titre méritent d'être citées :

- ▶ Mesure de la teneur en eau du sol : sonde à neutrons.
- ▶ Mesure de l'état hydrique des plantes :
 - > potentiel hydrique foliaire et potentiel de tige ;
 - > température de surface ;
 - > microvariations de diamètre d'organe ;
 - > flux de sève.

Références et données de base

- 1 Présentation de la démarche
- 2 Les références climatiques

Les références utilisées

1 Présentation de la démarche

- ▶ Les **besoins en eau des cultures** sont estimés en considérant que la **consommation optimum** est proportionnelle à l'évapotranspiration (ETP) :

CONSOMMATION = KC x ETP

- ▶ **KC** est un coefficient obtenu expérimentalement. Sa valeur est fonction de la culture et de son stade végétatif.
- ▶ Les coefficients proposés correspondent à des cultures irriguées par aspersion. Ils intègrent les pertes d'efficience dues aux pertes par évaporation. **Pour les cultures irriguées par goutte à goutte, compte tenu de la meilleure efficience du système, une légère réduction des apports d'eau peut être envisagée (-10 %).**
- ▶ **L'ETP** retenue est l'ETP quotidienne calculée selon la formule de Penman Monteith (voir point 2. ci-après).
- ▶ Les **besoins en eau d'irrigation** sont calculés sur la base d'un bilan hydrique au pas de temps quotidien, tenant compte des pluies efficaces et de la fourniture en eau par le sol.
 - ▶ **Les pluies efficaces :**
 - ▶ Les pluies quotidiennes inférieures à 10 mm ne sont pas comptabilisées, sauf si elles ont été précédées d'un épisode pluvieux la veille.
 - ▶ Une fois la réserve utile du sol reconstituée, les pluies supplémentaires sont considérées comme inefficaces.
 - ▶ **La fourniture en eau par le sol est estimée sur la base :**
 - ▶ de caractéristiques physiques "moyennes" du sol : texture équilibrée et charge en cailloux variable (de 0 à 30 %) ;
 - ▶ d'une profondeur d'enracinement variable selon les cultures (pour certaines cultures, trois hypothèses sont retenues) ;
 - ▶ d'une capacité variable selon les cultures à extraire l'eau du sol ;
 - ▶ d'une recharge complète des sols par les pluies hivernales ;
 - ▶ d'une absence de contribution en eau par une nappe phréatique.

Les bilans hydriques annuels ont été établis par culture, sur une période de 20 ans (1993 à 2012), pour chacun des six postes météorologiques retenus sur la région.

Les résultats sont présentés sous forme :

- ▶ d'un premier tableau qui indique des **besoins en eau d'irrigation en valeurs médianes décennales**, obtenues sur la station de **Montpellier**.
- ▶ d'un second tableau qui donne des **besoins annuels** en eau d'irrigation sur les six postes retenus :
 - en année médiane ;
 - en année sèche : niveau de besoins élevé constaté une année sur cinq ;
 - en année humide : niveau de besoins faible constaté une année sur cinq.

Enfin, en matière d'irrigation, les règles de décision suivantes ont été appliquées lors de l'utilisation du modèle de bilan hydrique pour chaque culture du **Mémento Irrigation** :

- ▶ Seuil de déclenchement des irrigations : 100% de la RFU consommée (Réserve Facilement Utilisable, voir au chapitre "Maîtrise des pratiques d'irrigation" le point 1.1.1).
- ▶ Dose d'irrigation : **CONSOMMATION = Kc x ETP**.

2 Les références climatiques

2.1 Préalable

Les données climatiques prises en compte pour évaluer les besoins en eau des cultures sont :

- ▶ **Les pluies.**
- ▶ **L'évapotranspiration potentielle (ETP).** Ce paramètre complexe mérite quelques précisions.

L'ETP (ou évapotranspiration de référence) correspond au flux d'évaporation d'un gazon en condition hydrique non limitante. Cette donnée initialement mesurée, est aujourd'hui calculée selon différentes formules et selon différents pas de temps (quotidien, décennaire). Les derniers travaux de la FAO ont conduit à recommander la formule de Penman Monteith pour estimer l'ETP quotidienne.

L'ETP calculée en un point donné dépend donc de la formule utilisée, mais aussi des caractéristiques de la station météorologique fournissant les données de base nécessaires au calcul, à savoir :

- ▶ l'environnement du site (obstacles au vent, sources de chaleur artificielles...) ;
- ▶ la qualité des instruments de mesure (sonde de température, sonde d'humidité, capteur de rayonnement...) ;
- ▶ les opérations régulières de maintenance et d'étalonnage nécessaires au maintien du bon fonctionnement.

Tous ces facteurs combinés peuvent influencer la valeur de l'ETP de façon significative. Pour ces raisons, un cadre précis et homogène a été retenu pour caractériser l'ETP sur la zone Gard - Hérault - Aude - Pyrénées Orientales :

- ▶ Les données de base : les valeurs quotidiennes ont été acquises auprès de METEO FRANCE, qui calcule l'ETP selon la formule Penman Monteith.
- ▶ La période : 20 ans.
- ▶ Les stations : Nîmes (30), Montpellier (34), Carcassonne (11), Perpignan (66) (les stations METEO FRANCE fournissant des valeurs d'ETP sur des longues séries sont peu nombreuses en région).
- ▶ Les ETP décennales annuelles et les médianes sur 20 ans ont été calculées par BRL à partir des données quotidiennes.

La précédente version de ce mémento était basée sur une période de 20 ans allant de 1993 à 2012. A l'occasion de la mise à jour du présent document en 2018, les données météorologiques ont été complétées par 5 années supplémentaires. Les séries sur 20 ans 1993-2012 et 1998-2017 ont ainsi pu être comparées. Il apparaît que la pluviométrie médiane annuelle a un peu diminué pour la série 1998-2017 (environ -5%), tandis que l'ETP avril-septembre (période végétative) a un peu augmenté (environ 1,5%). Les données de référence présentées aux points suivants correspondent à la période de 20 ans 1998-2017.

Cette évolution se traduit par une augmentation des besoins en eau des cultures. Afin d'en évaluer l'ampleur, les besoins en eau des pêcheurs (culture particulièrement exigeante en eau) ont été recalculés avec la nouvelle série de données météorologiques. L'augmentation du besoin en eau d'irrigation, variable selon les stations, se situe autour de 5%. Ce niveau d'augmentation est à relativiser compte tenu des différents niveaux d'incertitude liés aux calculs mis en œuvre (hypothèses d'efficience des pluies, hypothèses de réserve utile des sols, niveau de précision des coefficients culturels). Dans ce contexte, il a été décidé de ne pas mettre à jour les calculs des besoins en eau des cultures et de conserver ceux présentés dans la version 2013 du Mémento.

Les zones de relief sont exclues de notre approche. En effet les données météorologiques varient beaucoup sur de faibles distances en raison de facteurs d'altitude et d'exposition.

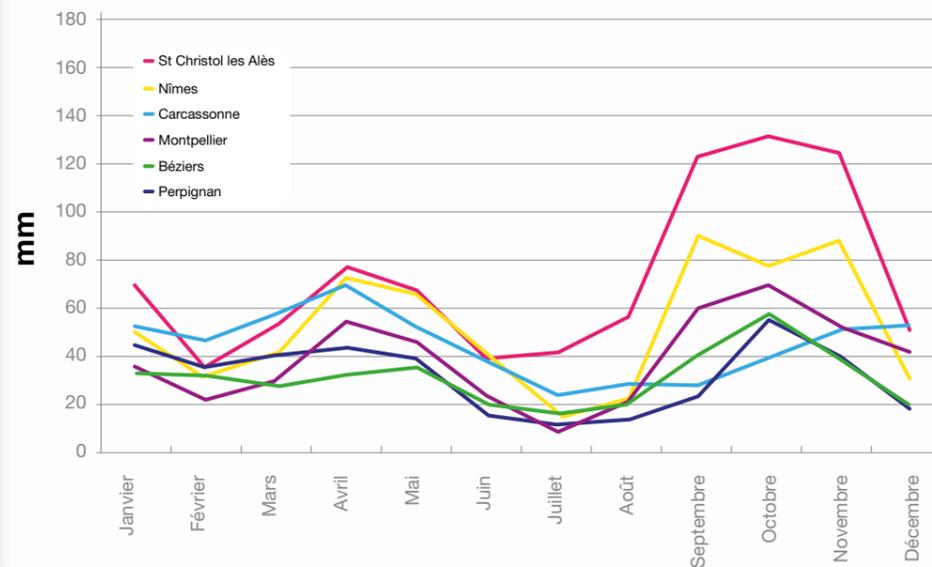
2.2 Les pluies

Les pluies sur la région sont caractérisées par **une forte variabilité** :

- **Une variabilité spatiale**, avec un gradient depuis les zones littorales vers les zones de piémont. Ainsi, sur l'année, il pleut deux fois plus à Alès qu'à Perpignan.
- **Une variabilité saisonnière**, très marquée en zone de piémont, un peu atténuée en zone littorale et sur l'ouest audois.
- **Une variabilité inter-annuelle** : à titre d'exemple, sur la période 1998-2017, la pluviométrie annuelle à Montpellier varie entre 321 et 1 148 mm, soit quasiment du simple au triple.

Station	Tableau 1 : médiane mensuelle des pluies (20 ans : 1998 - 2017) en mm												Médiane annuelle
	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juill	Août	Sept	Oct	Nov	Dec	
Perpignan (66)	44	35	40	43	39	16	12	14	23	55	40	18	510
Béziers (34)	32	31	28	33	35	20	16	19	41	57	39	19	534
Carcassonne (11)	53	46	57	70	52	38	24	28	39	51	53		583
Montpellier (34)	35	22	29	54	46	23	8	21	60	69	52	41	631
Nîmes (30)	50	30	40	72	66	41	16	22	90	77	88	31	729
St-Christol-les-Alès (30)	69	35	53	77	67	39	41	56	122	131	124	51	939

Graphique 1 : médiane des pluies mensuelles
Période 1998-2017 (20 ans)



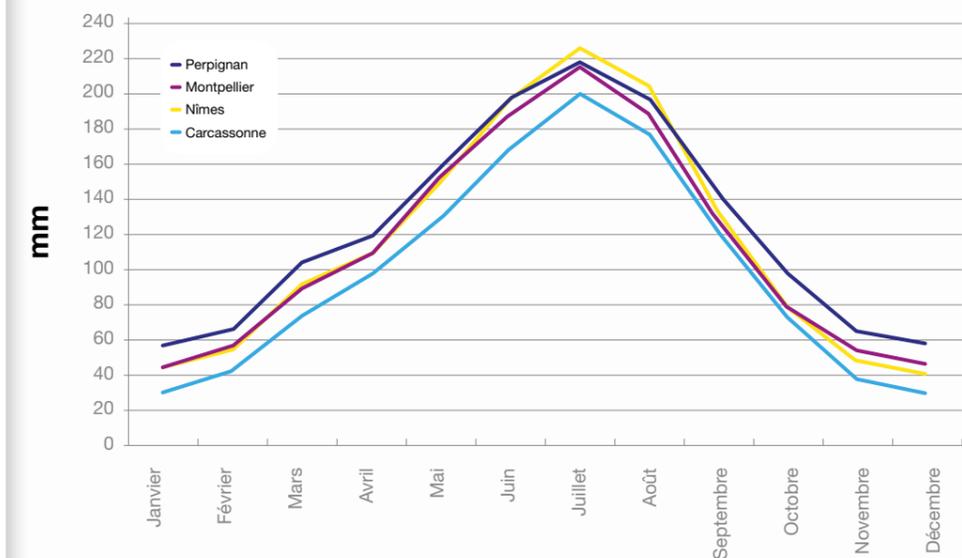
2.3 L'évapotranspiration potentielle

Par rapport à la pluie, ce paramètre présente une moindre variabilité :

- **Sur le plan spatial** : le cumul annuel d'ETP est sensiblement inférieur sur l'ouest audois par rapport au reste de la région. Sur la période de végétation (avril à septembre), l'ETP est relativement homogène entre stations, toujours à l'exception de l'ouest audois.
- **Pendant l'année**, l'ETP croît régulièrement de début janvier pour atteindre un pic au cours de la dernière décennie de juillet, puis diminue ensuite jusqu'à fin décembre (voir le graphique 2).
- **D'une année sur l'autre**, l'ETP varie dans des proportions bien moindres que les pluies. Six années sur dix, l'ETP annuelle se situe à plus ou moins 5 % de la médiane sur 20 ans.

Station	Tableau 2 : médiane décadaire des ETP (20 ans : 1998 - 2017) en mm												Médiane annuelle	
	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juill	Août	Sept	Oct	Nov	Dec		
Perpignan (66)	1 ^{ère} décade	16	24	32	36	43	60	70	69	51	34	25	19	1 485
	2 ^{ème} décade	17	23	30	39	52	64	70	64	51	27	23	18	
	3 ^{ème} décade	22	20	35	40	61	73	81	67	38	27	19	19	
Nîmes (30)	1 ^{ère} décade	11	18	27	34	45	57	73	68	52	30	17	13	1 376
	2 ^{ème} décade	13	18	30	38	50	65	73	63	45	23	15	14	
	3 ^{ème} décade	17	18	33	40	61	75	83	65	35	22	14	15	
Montpellier (34)	1 ^{ère} décade	12	19	30	34	43	56	70	66	51	30	19	15	1 364
	2 ^{ème} décade	14	18	26	36	48	65	69	61	46	23	17	15	
	3 ^{ème} décade	18	18	34	36	61	69	76	64	34	21	16	15	
Carcassonne (11)	1 ^{ère} décade	9	13	20	30	39	50	66	59	49	28	15	10	1 188
	2 ^{ème} décade	9	15	26	33	43	57	64	57	41	24	12	9	
	3 ^{ème} décade	13	14	28	36	54	65	71	60	34	21	11	10	

Graphique 2 : médiane de l'ETP mensuelle
Période 1998-2017 (20 ans)



Organisation et mode d'emploi des fiches d'irrigation

- 1 Comment lire une fiche d'irrigation ?
- 2 Comment utiliser les fiches d'irrigation ?

L'organisation et le mode d'emploi des fiches d'irrigation

1 Comment lire une fiche d'irrigation ?



2 Comment utiliser les fiches d'irrigation ?

Au stade du projet

Les fiches fournissent les besoins de pointe des cultures, éléments de base pour :

- > établir des projets d'équipement à la parcelle ;
- > choisir le débit le mieux adapté.

Durant la campagne d'irrigation

Les chiffres proposés dans les différentes fiches permettent une programmation des arrosages, c'est-à-dire l'établissement d'un calendrier faisant varier la dose d'irrigation selon le développement de la culture et la demande climatique.

Le respect de ce calendrier permet d'éviter les grosses erreurs. Celui-ci doit être ensuite adapté en tenant compte :

- > avant tout **des pluies** qui restent imprévisibles et qu'il est indispensable d'enregistrer sur l'exploitation à l'aide d'un pluviomètre judicieusement placé ;
- > du calendrier cultural (précocité variable selon les années) ;
- > de l'évapotranspiration effective.

Des ajustements seront pratiqués en cours de saison à l'aide des différents outils de pilotage évoqués en dernière partie du **Mémento Irrigation**.

Partie 5

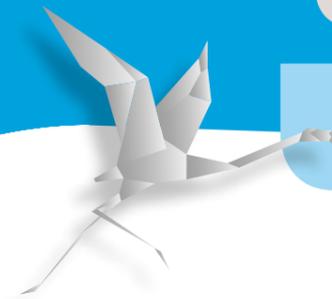
Fiches Irrigation



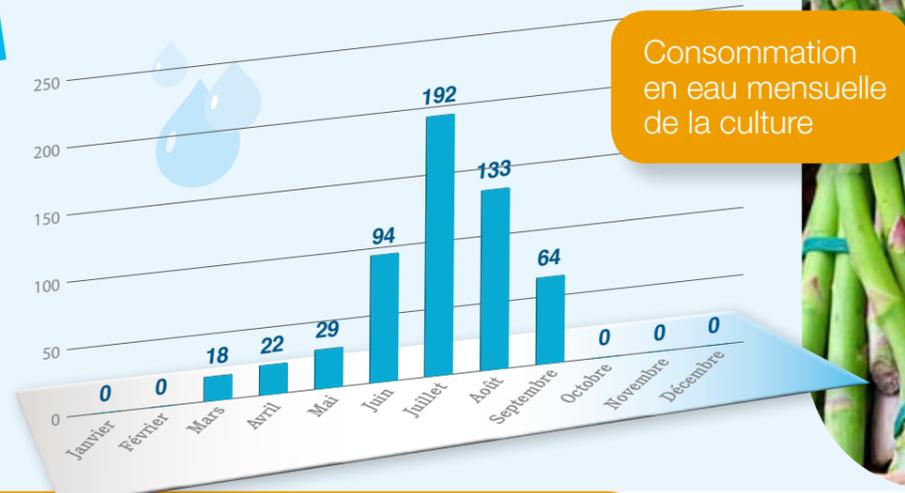


Culture légumière

Asperge.....	47
Aubergine.....	49
Carotte d'été.....	51
Courgette de saison.....	53
Fraisier.....	55
Melon précoce sous chenille.....	57
Melon de saison sous bâche.....	59
Melon arrière-saison.....	61
Poivron.....	63
Pomme de terre précoce.....	65
Pomme de terre conserve.....	67
Salade d'été.....	69
Tomate plein champ.....	71



Asperge



Consommation annuelle : **548 mm**
 Besoin annuel en eau d'irrigation : **364 mm**
 Année médiane - station de Montpellier

Besoins en eau d'irrigation par décade

	Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Coefficient cultural Kc	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,5	0,5	0,9	0,9	0,9	0,7	0,7	0,7	0,5	0,5	0,5
Besoins totaux (Kc x ETP) en mm	7	8	7	8	9	12	27	32	34	63	61	69	46	42	44	24	22	17
Irrigation (en mm)	-	-	-	-	-	-	-	17	32	60	60	69	42	36	39	15	11	1

Pour une RU de 80 mm et une profondeur d'enracinement de 60 cm

Besoins annuels en eau d'irrigation (en mm)

En année	Alès	Béziers	Carcassonne	Montpellier	Nîmes	Perpignan
Normale	355	365	302	364	374	439
Sèche	387	408	363	412	398	473
Humide	291	326	259	333	300	403

Commentaire :

En règle générale, la récolte des asperges se déroule jusqu'à mi-mai. Les irrigations démarrent généralement après récolte jusqu'au mois de septembre.

Si les conditions climatiques l'exigent, on pourra être amené à réaliser en plus un arrosage pendant la période de cueillette (exceptionnellement 2 arrosages) pour maintenir le sol dans un état d'humidité favorable au développement des turions.

En cas de printemps sec, les irrigations sont susceptibles de commencer dès le mois de mars ou avril.

L'irrigation en goutte-à-goutte, voire en goutte-à-goutte enterré tend à se généraliser avec de bonnes performances (nombre de turions augmenté, réduction du risque de maladies foliaires) et la possibilité de pratiquer la ferti-irrigation.



Aubergine



Consommation annuelle : **547 mm**
 Besoin annuel en eau d'irrigation : **358 mm**
 Année médiane - station de Montpellier

Besoins en eau d'irrigation par décade

	Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Coefficient cultural Kc	-	-	-	-	-	0,5	0,5	0,5	0,5	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Besoins totaux (Kc x ETP) en mm	-	-	-	-	-	30	27	32	34	56	54	61	52	48	50	39	35	27
Irrigation (en mm)	-	-	-	-	-	-	1	15	32	53	54	60	51	42	46	14	2	-

Pour une RU de 80 mm et une profondeur d'enracinement de 50 cm

Besoins annuels en eau d'irrigation (en mm)

En année	Alès	Béziers	Carcassonne	Montpellier	Nîmes	Perpignan
Normale	350	362	298	358	363	428
Sèche	374	409	351	404	400	455
Humide	284	322	255	330	294	388

Commentaire :

En raison de la sensibilité de l'espèce à l'asphyxie, l'irrigation localisée est recommandée.

La plante réagit fortement aux irrégularités d'alimentation en eau par la chute de ses fleurs.

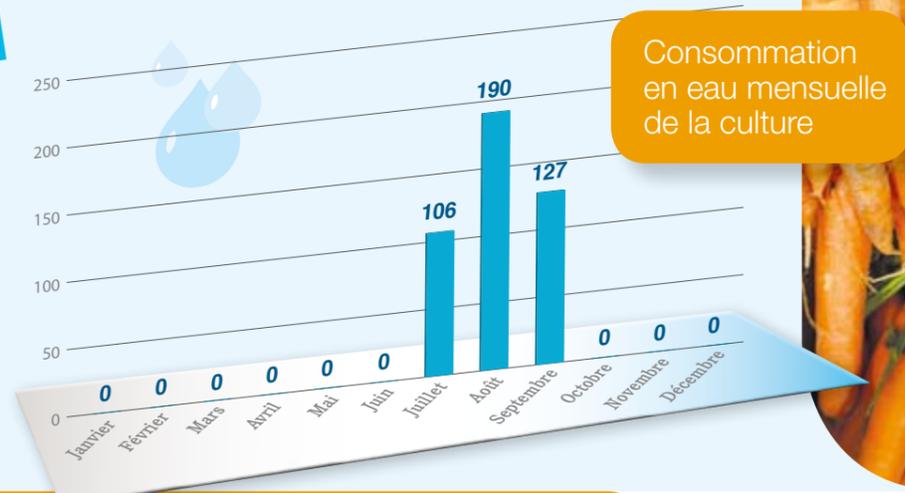
A la plantation, favoriser le contact entre la motte et le sol et éviter des apports d'eau trop importants car à ce stade, l'asphyxie et la baisse consécutive de température du sol sont très préjudiciables à la culture.

De la reprise à la nouaison, favoriser le contact motte - sol et le développement racinaire. Des irrigations trop importantes favorisent le développement d'un système racinaire superficiel et la coulure des fleurs. Les premiers arrosages sont donc limités à 50% de l'ETP.

Après la nouaison, assurer une bonne alimentation en eau (80% de l'ETP).

Les besoins les plus importants se situent au développement des fruits.

Carotte d'été



Consommation annuelle : **423 mm**
 Besoin annuel en eau d'irrigation : **287 mm**
 Année médiane - station de Montpellier

Besoins en eau d'irrigation par décade

	Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Coefficient cultural Kc	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Besoins totaux (Kc x ETP) en mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35	34	38	65	60	62	48	44	34
Irrigation (en mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28	37	64	54	57	24	14	9

Pour une RU de 60 mm et une profondeur d'enracinement de 40 cm

Besoins annuels en eau d'irrigation (en mm)

En année	Alès	Béziers	Carcassonne	Montpellier	Nîmes	Perpignan
Normale	255	283	236	287	283	320
Sèche	293	307	269	304	321	346
Humide	223	230	206	227	222	301

Commentaire :

Le manque d'eau est particulièrement préjudiciable à 2 périodes : au cours de la levée (pourcentage de germination, problème d'hétérogénéité) et lors du développement végétatif du feuillage et des racines avec des risques d'arrêt de croissance.
 Cette fiche a été établie pour un semis début juillet.

Pour des cultures mises en place à d'autres époques de l'année, les besoins en eau d'irrigation peuvent être supérieurs ou inférieurs à ceux proposés.
 Une détermination de ces besoins pourra être réalisée en utilisant les données climatiques correspondantes et les coefficients culturaux donnés ci-dessus.



Courgette de saison



Consommation annuelle : **468 mm**
 Besoin annuel en eau d'irrigation : **299 mm**
 Année médiane - station de Montpellier

Besoins en eau d'irrigation par décade

	Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Coefficient cultural Kc	-	-	-	-	-	-	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,6	-	-
Besoins totaux (Kc x ETP) en mm	-	-	-	-	-	-	32	38	41	56	54	61	52	48	50	29	-	-
Irrigation (en mm)	-	-	-	-	-	-	-	17	39	56	54	60	51	12	31	12	-	-

Pour une RU de 80 mm et une profondeur d'enracinement de 50 cm

Besoins annuels en eau d'irrigation (en mm)

En année	Alès	Béziers	Carcassonne	Montpellier	Nîmes	Perpignan
Normale	297	301	256	299	303	357
Sèche	336	345	294	352	342	368
Humide	248	263	216	269	238	319

Commentaire :

Les besoins en eau suivent le développement végétatif de la culture, avec un maximum à partir de la floraison. Les excès d'eau sont néfastes à la culture : asphyxie racinaire, maladies.

Préférer l'irrigation localisée à l'irrigation par aspersion. En irrigation par aspersion, prévoir des irrigations fréquentes à petite dose. Cette fiche a été établie pour

une plantation début juin. Pour des cultures mises en place à d'autres époques de l'année, les besoins en eau d'irrigation peuvent être supérieurs ou inférieurs à ceux proposés.

Une détermination de ces besoins pourra être réalisée en utilisant les données climatiques correspondantes et les coefficients culturaux donnés ci-dessus.

Fraisier



Consommation annuelle : **688 mm**
 Besoin annuel en eau d'irrigation : **466 mm**
 Année médiane - station de Montpellier

Besoins en eau d'irrigation par décade

	Janvier			Février			Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Sept			Oct			Nov			Déc		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Coefficient cultural Kc	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,7	0,7	0,7	0,9	0,9	0,9	0,9	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	-	-	-	0,5	0,5	0,5	0,8	0,8	0,8	0,8	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Besoins totaux (Kc x ETP) en mm	5	5	7	6	7	7	18	18	24	32	35	32	37	27	37	32	38	41	-	-	-	33	30	31	39	35	27	24	9	8	7	7	6	6	6	6
Irrigation (en mm)	-	-	-	-	-	1	13	15	19	29	28	20	24	15	33	31	33	40	-	-	-	23	26	27	28	28	20	17	1	-	-	-	-	-	-	-

Pour une RU de 30 mm et une profondeur d'enracinement de 20 cm

Besoins annuels en eau d'irrigation (en mm)

En année	Alès	Béziers	Carcassonne	Montpellier	Nîmes	Perpignan
Normale	407	466	345	466	442	563
Sèche	458	511	394	515	526	596
Humide	332	392	297	396	373	526

Commentaire :

L'irrigation est nécessaire dès la plantation et constitue un facteur essentiel de reprise des plants.

Les besoins reprennent au printemps pour atteindre un maximum en pleine floraison et pendant le développement des fruits. Les apports sont ensuite modérés pendant la phase de murissement des fruits

pour en optimiser la qualité.

Cette culture est le plus souvent réalisée avec un paillage plastique et un système d'irrigation localisé. La mise en place sous un tunnel plastique permet d'améliorer sensiblement la précocité.



Melon précoce sous chenille



Consommation annuelle : **329 mm**
 Besoin annuel en eau d'irrigation : **142 mm**
 Année médiane - station de Montpellier

Besoins en eau d'irrigation par décade

	Février			Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Coefficient cultural Kc	-	-	-	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,5	0,5	0,5	-	-	-
Besoins totaux (Kc x ETP) en mm	-	-	-	16	16	20	21	23	21	33	36	49	27	32	34	-	-	-
Irrigation (en mm)	-	-	-	-	-	-	6	12	2	9	18	42	25	17	-	-	-	-

Pour une RU de 80 mm et une profondeur d'enracinement de 50 cm

Besoins annuels en eau d'irrigation (en mm)

En année	Alès	Béziers	Carcassonne	Montpellier	Nîmes	Perpignan
Normale	91	121	65	142	106	165
Sèche	156	186	105	191	184	228
Humide	58	81	33	91	72	123

Commentaire :

Une alimentation hydrique régulière et sans excès est indispensable pour éviter l'éclatement des fruits et la vitrescence de la chair.

Pour le melon précoce sous chenille, la plantation s'étale sur le mois de mars, la nouaison s'effectue sur le mois de mai et la récolte sur le mois de juin (dates indicatives).

La phase critique où les besoins sont élevés s'étale de la nouaison à la maturation.

A partir de la phase de maturation et pendant la récolte, il est conseillé de réduire les apports en eau pour favoriser la qualité.

Pour la conduite des irrigations, l'utilisation de tensiomètres est utile pour déterminer la date des premières irrigations, l'efficacité réelle des pluies (difficile à évaluer du fait de la conduite en planche et du paillage) et éviter les engorgements du sol que le melon ne supporte pas. La tarière permet également une appréciation de l'humidité des sols.

Melon de saison sous bâche



Consommation annuelle : **343 mm**
 Besoin annuel en eau d'irrigation : **183 mm**
 Année médiane - station de Montpellier

Besoins en eau d'irrigation par décade

	Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Coefficient cultural Kc	-	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,5	0,5	0,5	-	-	-	-	-	-	-
Besoins totaux (Kc x ETP) en mm	-	23	21	25	27	49	43	51	34	35	34	-	-	-	-	-	-	-
Irrigation (en mm)	-	-	-	-	-	36	40	45	32	34	4	-	-	-	-	-	-	-

Pour une RU de 80 mm et une profondeur d'enracinement de 50 cm

Besoins annuels en eau d'irrigation (en mm)

En année	Alès	Béziers	Carcassonne	Montpellier	Nîmes	Perpignan
Normale	140	185	115	183	153	218
Sèche	216	228	172	218	218	247
Humide	94	127	95	149	129	187

Commentaire :

Une alimentation hydrique régulière et sans excès est indispensable pour éviter l'éclatement des fruits et la vitescence de la chair.

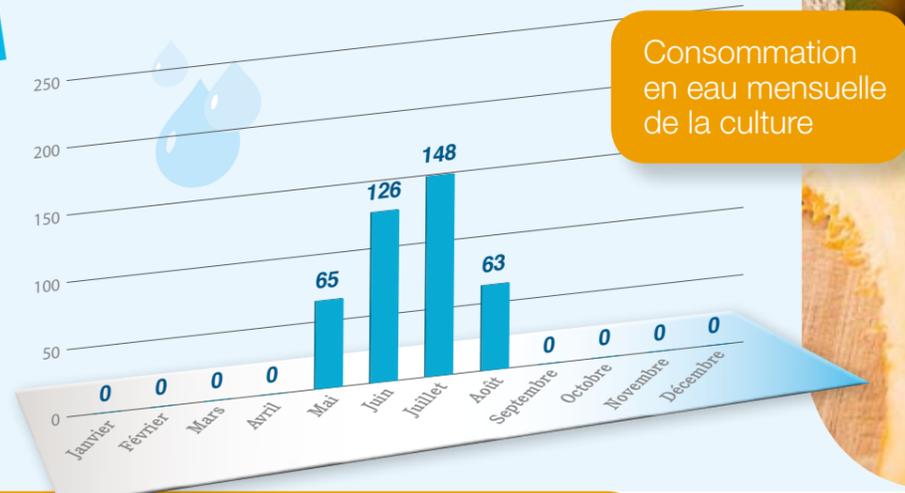
Pour le melon de saison sous bâche, la plantation s'étale sur le mois d'avril, la nouaison s'effectue du 30 mai au 20 juin et la récolte du 30 juin au 15 juillet (dates indicatives).

La phase critique où les besoins sont élevés s'étale de la nouaison à la maturation.

A partir de la phase de maturation et pendant la récolte, il est conseillé de réduire les apports en eau pour favoriser la qualité.

Pour la conduite des irrigations, l'utilisation de tensiomètres est utile pour déterminer la date des premières irrigations, l'efficacité réelle des pluies (difficile à évaluer du fait de la conduite en planche et du paillage) et éviter les engorgements du sol que le melon ne supporte pas. La tarière permet également une appréciation de l'humidité des sols.

Melon arrière saison



Consommation annuelle : **401 mm**
 Besoin annuel en eau d'irrigation : **291 mm**
 Année médiane - station de Montpellier

Besoins en eau d'irrigation par décade

	Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Coefficient cultural Kc	-	-	-	-	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,5	0,5	0,5	-	-	-	-
Besoins totaux (Kc x ETP) en mm	-	-	-	-	27	37	32	38	55	56	54	38	33	30	-	-	-	-
Irrigation (en mm)	-	-	-	-	-	1	17	28	54	56	54	37	31	26	-	-	-	-

Pour une RU de 80 mm et une profondeur d'enracinement de 50 cm

Besoins annuels en eau d'irrigation (en mm)

En année	Alès	Béziers	Carcassonne	Montpellier	Nîmes	Perpignan
Normale	283	292	216	291	269	333
Sèche	328	336	273	332	330	351
Humide	221	249	190	266	221	303

Commentaire :

Une alimentation hydrique régulière et sans excès est indispensable pour éviter l'éclatement des fruits et la vitescence de la chair.

Pour le melon d'arrière saison en plein champ, la plantation s'étale du 1er mai au 10 juin, la nouaison s'effectue du 20 juin au 10 juillet et la récolte du 15 juillet à début septembre (dates indicatives).

La phase critique où les besoins sont élevés s'étale de la nouaison à la maturation.

A partir de la phase de maturation et pendant la récolte, il est conseillé de réduire les apports en eau pour favoriser la qualité.

Pour la conduite des irrigations, l'utilisation de tensiomètres est utile pour déterminer la date des premières irrigations, l'efficacité réelle des pluies (difficile à évaluer du fait de la conduite en planche et du paillage) et éviter les engorgements du sol que le melon ne supporte pas. La tarière permet également une appréciation de l'humidité des sols.

Poivron



Consommation annuelle : **509 mm**
 Besoin annuel en eau d'irrigation : **335 mm**
 Année médiane - station de Montpellier

Besoins en eau d'irrigation par décade

	Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Coefficient cultural Kc	-	-	-	-	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	-	-	-
Besoins totaux (Kc x ETP) en mm	-	-	-	-	27	37	32	38	55	56	54	61	52	48	50	-	-	-
Irrigation (en mm)	-	-	-	-	-	1	17	28	54	56	54	60	33	28	16	-	-	-

Pour une RU de 80 mm et une profondeur d'enracinement de 50 cm

Besoins annuels en eau d'irrigation (en mm)

En année	Alès	Béziers	Carcassonne	Montpellier	Nîmes	Perpignan
Normale	320	341	264	335	326	392
Sèche	370	387	322	377	384	405
Humide	258	278	214	286	252	347

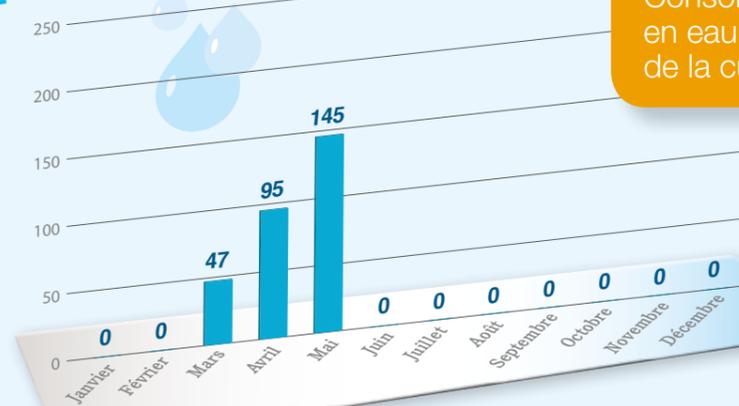
Commentaire :

L'irrigation du poivron doit être très régulière pour éviter les risques de tâche apicale des fruits.

En cas d'irrigation par aspersion, privilégier des apports fréquents de petites doses (15-20 mm).



Pomme de terre précoce



Consommation en eau mensuelle de la culture

Consommation annuelle : **287 mm**
 Besoin annuel en eau d'irrigation : **94 mm**
 Année médiane - station de Montpellier

Besoins en eau d'irrigation par décade

	Février			Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Coefficient cultural Kc	-	-	-	0,4	0,4	0,7	0,7	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	-	-	-	-	-	-
Besoins totaux (Kc x ETP) en mm	-	-	-	10	11	24	25	35	36	41	45	61	-	-	-	-	-	-
Irrigation (en mm)	-	-	-	-	-	-	5	24	21	40	16	-	-	-	-	-	-	-

Pour une RU de 80 mm et une profondeur d'enracinement de 50 cm

Besoins annuels en eau d'irrigation (en mm)

En année	Alès	Béziers	Carcassonne	Montpellier	Nîmes	Perpignan
Normale	76	86	42	94	90	126
Sèche	116	143	79	148	131	185
Humide	27	57	25	55	55	77

Commentaire :

La maîtrise de l'irrigation en début de cycle est particulièrement importante pour permettre la mise en place d'un nombre important de tubercules par plante (influence sur la mise en place du nombre de stolons et le nombre de tubercules par stolon).

La pomme de terre est sensible au stress hydrique qui occasionne une diminution du rendement en tubercules (nombre et taille) et de leur qualité.

Privilégier des irrigations à dose modérée et fréquentes (éviter les alternances excès hydrique / stress), pour réduire la proportion de tubercules malformés.

Une irrigation excessive pourra elle aussi avoir des effets négatifs avec le développement de maladies (mildiou) ou de problèmes de présentation comme la présence de lenticelles sur les tubercules.



Pomme de terre conserve



Consommation annuelle : **569 mm**
 Besoin annuel en eau d'irrigation : **360 mm**
 Année médiane - station de Montpellier

Besoins en eau d'irrigation par décade

	Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Coefficient cultural Kc	-	0,4	0,4	0,7	0,7	0,7	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8	-	-	-	-	-
Besoins totaux (Kc x ETP) en mm	-	16	14	29	32	43	49	64	69	70	68	61	52	-	-	-	-	-
Irrigation (en mm)	-	-	-	-	6	33	43	56	66	70	30	39	34	-	-	-	-	-

Pour une RU de 80 mm et une profondeur d'enracinement de 50 cm

Besoins annuels en eau d'irrigation (en mm)

En année	Alès	Béziers	Carcassonne	Montpellier	Nîmes	Perpignan
Normale	328	347	267	360	319	400
Sèche	403	397	327	405	416	437
Humide	260	296	232	326	290	367

Commentaire :

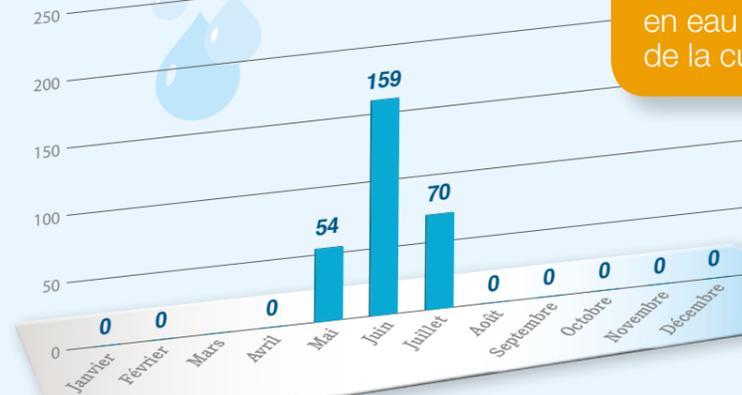
La maîtrise de l'irrigation en début de cycle est particulièrement importante pour permettre la mise en place d'un nombre important de tubercules par plante (influence sur la mise en place du nombre de stolons et le nombre de tubercules par stolon).

La pomme de terre est sensible au stress hydrique qui occasionne une diminution du rendement en tubercules (nombre et taille) et de leur qualité.

Privilégier des irrigations à dose modérée et fréquentes (éviter les alternances excès hydrique / stress), pour réduire la proportion de tubercules malformés.

Une irrigation excessive pourra elle aussi avoir des effets négatifs avec le développement de maladies (mildiou) ou de problèmes de présentation comme la présence de lenticelles sur les tubercules.

Salade d'été



Consommation annuelle : **283 mm**
 Besoin annuel en eau d'irrigation : **157 mm**
 Année médiane - station de Montpellier

Besoins en eau d'irrigation par décade

	Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Coefficient cultural Kc	-	-	-	-	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Besoins totaux (Kc x ETP) en mm	-	-	-	-	23	30	27	64	69	70	-	-	-	-	-	-	-	-
Irrigation (en mm)	-	-	-	-	-	18	24	33	45	46	-	-	-	-	-	-	-	-

Pour une RU de 40 mm et une profondeur d'enracinement de 30 cm

Besoins annuels en eau d'irrigation (en mm)

En année	Alès	Béziers	Carcassonne	Montpellier	Nîmes	Perpignan
Normale	145	157	129	157	150	181
Sèche	176	182	145	186	186	203
Humide	111	127	100	128	117	156

Commentaire :

En début de cycle, assurer des apports à petite dose et répétés pour permettre une bonne reprise des plants.

Espacer ensuite les apports pour favoriser la prospection du sol par les racines et limiter le développement des maladies.

Attention aux apports d'eau excessifs qui provoquent un lessivage des nitrates, la culture étant enracinée à faible profondeur.

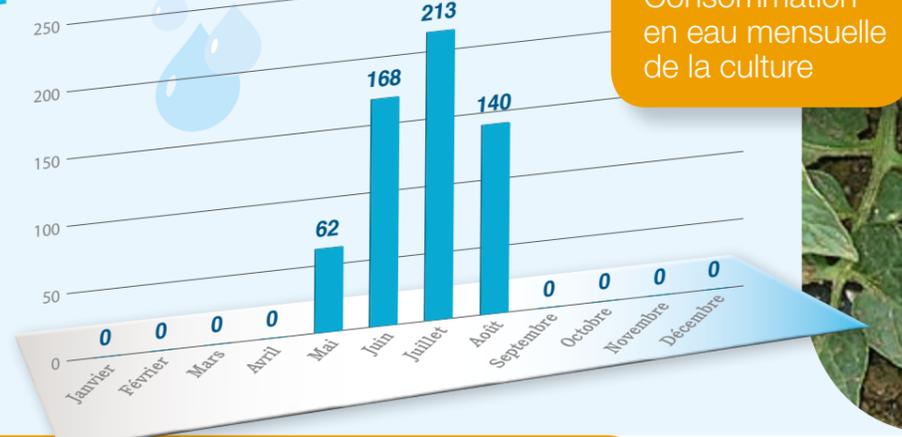
Pour la conduite des irrigations, l'utilisation de tensiomètres placés à 15 et 30 cm de profondeur est

préconisée. La tarière permet également une appréciation de l'humidité des sols.

Cette fiche a été établie pour une plantation mi-mai. Pour une culture mise en place à une autre époque (période de plantation s'étalant de mi-mars à mi-septembre), les coefficients culturaux seront décalés et la longueur du calendrier sera adaptée.

En cas de paillage ou d'irrigation au goutte-à-goutte, le coefficient cultural peut-être diminué de 0,1.

Tomate plein champ



Consommation annuelle : **583 mm**
 Besoin annuel en eau d'irrigation : **395 mm**
 Année médiane - station de Montpellier

Besoins en eau d'irrigation par décade

	Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Coefficient cultural Kc	-	-	-	0,2	0,5	0,5	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	0,6	0,6	-	-	-
Besoins totaux (Kc x ETP) en mm	-	-	-	8	23	30	49	58	62	70	68	76	65	36	37	-	-	-
Irrigation (en mm)	-	-	-	-	-	-	24	51	60	70	67	76	23	24	19	-	-	-

Pour une RU de 90 mm et une profondeur d'enracinement de 60 cm

Besoins annuels en eau d'irrigation (en mm)

En année	Alès	Béziers	Carcassonne	Montpellier	Nîmes	Perpignan
Normale	382	407	317	395	379	449
Sèche	437	457	375	441	448	476
Humide	319	338	262	352	310	409

Commentaire :

Il est important d'assurer une alimentation hydrique suffisante tôt dans le cycle (dès la transplantation) et de l'augmenter à partir de la première fleur à la formation du fruit : le stress hydrique impacte directement le rendement.

À l'inverse, la sur-irrigation cause une croissance excessive des feuilles (et parfois la chute des fleurs et des fruits tôt dans la saison) et une moindre qualité des fruits (même si le choix variétal reste prédominant sur l'aspect qualitatif).

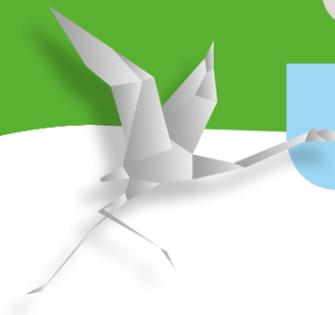
Les variations de régimes hydriques pendant la maturation peuvent causer des craquements, tâches, pourritures et variations de tailles et formes des fruits.

Après le changement de couleur des fruits, l'irrigation peut être réduite : un compromis est recherché entre préservation de la qualité des fruits (pas trop d'eau), atteinte d'un calibre suffisant pour les derniers fruits et maintien de la couverture par le feuillage (besoins en eau).



Culture fruitière

Abricotier précoce	75
Abricotier de saison	77
Abricotier tardif	79
Amandier	81
Cerisier peu vigoureux tabel.....	83
Cerisier vigoureux Maxma14.....	85
Kiwi	87
Olivier	89
Pêcher précoce	91
Pêcher de saison.....	93
Pêcher tardif.....	95
Poirier	97
Pommier.....	99
Prunier.....	101
Raisin de table.....	103
Irrigation de la vigne de cuve	105/107



Abricotier précoce



Consommation annuelle : **418 mm**
 Besoin annuel en eau d'irrigation : **218 mm**
 Année médiane - station de Montpellier

Besoins en eau d'irrigation par décade

	Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Coefficient cultural Kc	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Besoins totaux (Kc x ETP) en mm	14	16	14	25	27	37	22	26	27	28	27	31	26	24	25	19	18	14
Irrigation (en mm)	-	-	-	-	-	20	10	14	25	27	27	30	24	20	20	11	5	-

Pour une RU de 90 mm et une profondeur d'enracinement de 80 cm

Besoins annuels en eau d'irrigation (en mm)

En année	Alès	Béziers	Carcassonne	Montpellier	Nîmes	Perpignan
Normale	177	227	155	218	200	292
Sèche	233	265	214	279	245	316
Humide	117	174	122	173	146	263

Commentaire :

Comme pour les autres espèces à noyaux, une alimentation hydrique non limitante pendant la phase de grossissement du fruit conditionne le calibre à la récolte.

Durant cette période, se déroule également la croissance des rameaux, nécessaire au renouvellement des supports de fructification.

Cette alimentation non limitante correspond, sur la plupart des sols à des apports d'eau (pluies + irrigations) de 60% de l'ETP.

Après récolte, cette espèce supporte sans dommage une restriction des arrosages. Ce rationnement est souhaitable pour économiser l'eau et éviter les problèmes d'excès de végétation. Pour autant, les arbres doivent rester dans un état végétatif satisfaisant jusqu'en fin de saison.

L'irrigation localisée (goutte-à-goutte, microjets) est bien adaptée aux exigences de cette espèce.

Abricotier de saison



Consommation annuelle : **454 mm**
 Besoin annuel en eau d'irrigation : **255 mm**
 Année médiane - station de Montpellier

Besoins en eau d'irrigation par décade

	Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Coefficient cultural Kc	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Besoins totaux (Kc x ETP) en mm	14	16	14	16	18	37	32	38	41	42	27	31	26	24	25	19	18	14
Irrigation (en mm)	-	-	-	-	-	5	22	28	39	42	26	30	24	20	21	12	5	-

Pour une RU de 90 mm et une profondeur d'enracinement de 80 cm

Besoins annuels en eau d'irrigation (en mm)

En année	Alès	Béziers	Carcassonne	Montpellier	Nîmes	Perpignan
Normale	210	257	192	255	249	329
Sèche	274	304	252	311	286	352
Humide	166	206	156	206	184	302

Commentaire :

Comme pour les autres espèces à noyaux, une alimentation hydrique non limitante pendant la phase de grossissement du fruit conditionne le calibre à la récolte. Durant cette période, se déroule également la croissance des rameaux, nécessaire au renouvellement des supports de fructification.

Sur la plupart des sols, des apports d'eau (pluies + irrigations) correspondant à 60% de l'ETP permettent d'assurer cette alimentation en eau non limitante pour cette période de grossissement.

Après récolte, cette espèce supporte sans dommage une restriction des arrosages. Ce rationnement est souhaitable pour économiser l'eau et éviter les problèmes d'excès de végétation. Pour autant, les arbres doivent rester dans un état végétatif satisfaisant jusqu'en fin de saison.

L'irrigation localisée (goutte-à-goutte, microjets) est bien adaptée aux exigences de cette espèce.

En cas de conduite du verger en sol nu, les apports en eau peuvent être minorés (déduire 0,1 au KC).

Abricotier tardif



Consommation annuelle : **526 mm**
 Besoin annuel en eau d'irrigation : **331 mm**
 Année médiane - station de Montpellier

Besoins en eau d'irrigation par décade

	Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Coefficient cultural Kc	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,4	0,4	0,4	0,4
Besoins totaux (Kc x ETP) en mm	14	16	14	16	18	37	32	38	41	42	41	53	46	42	25	19	18	14
Irrigation (en mm)	-	-	-	-	-	5	22	28	39	42	40	52	43	36	22	11	5	-

Pour une RU de 90 mm et une profondeur d'enracinement de 80 cm

Besoins annuels en eau d'irrigation (en mm)

En année	Alès	Béziers	Carcassonne	Montpellier	Nîmes	Perpignan
Normale	294	332	260	331	319	405
Sèche	352	375	323	391	366	435
Humide	238	279	216	282	263	376

Commentaire :

Comme pour les autres espèces à noyaux, une alimentation hydrique non limitante pendant la phase de grossissement du fruit conditionne le calibre à la récolte. Durant cette période, se déroule également la croissance des rameaux, nécessaire au renouvellement des supports de fructification.

Sur la plupart des sols, des apports d'eau (pluies + irrigations) correspondant à 60% de l'ETP permettent d'assurer cette alimentation en eau non limitante pour la période de grossissement. Pour les variétés tardives, une majoration des apports (kc = 0,7) est préconisée dans le mois précédent la récolte.

Après récolte, cette espèce supporte sans dommage une restriction des arrosages. Ce rationnement est souhaitable pour économiser l'eau et éviter les problèmes d'excès de végétation. Pour autant, les arbres doivent rester dans un état végétatif satisfaisant jusqu'en fin de saison.

L'irrigation localisée (goutte-à-goutte, microjets) est bien adaptée aux exigences de cette espèce.

En cas de conduite du verger en sol nu, les apports en eau peuvent être minorés (déduire 0,1 au KC).



Amandier



Consommation annuelle : **471 mm**
 Besoin annuel en eau d'irrigation : **294 mm**
 Année médiane - station de Montpellier

Besoins en eau d'irrigation par décade

	Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Coefficient cultural Kc	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	-	-	-	-
Besoins totaux (Kc x ETP) en mm	21	23	21	25	27	37	32	38	41	42	41	46	39	36	-	-	-	-
Irrigation (en mm)	-	-	-	-	5	27	22	29	40	42	39	44	37	31	-	-	-	-

Pour une RU de 90 mm et une profondeur d'enracinement de 80 cm

Besoins annuels en eau d'irrigation (en mm)

En année	Alès	Béziers	Carcassonne	Montpellier	Nîmes	Perpignan
Normale	260	296	212	294	272	348
Sèche	324	342	264	353	334	384
Humide	202	233	175	256	213	314

Commentaire :

Cette espèce méditerranéenne par excellence supporte un rationnement en eau modérée. Cependant, pour les vergers adultes, une restriction trop sévère de l'alimentation hydrique compromet le grossissement normal de l'amande, son évolution et ultérieurement l'ouverture des goves.

On évitera toutefois les irrigations trop abondantes qui favorisent une croissance végétative excessive, le développement de certaines maladies et une réduction de la floribondité.

À partir de fin mai, le potentiel de rendement de l'année est fixé (l'amande atteint sa taille définitive, la nucelle

finit de se transformer en amandon vers la fin juin), les apports en eau sont alors moins déterminants pour la suite du cycle cultural.

Au CTIFL, les Kc sont abaissés 15 jours avant la récolte pour rendre les écorces résistantes au secouage et favoriser le séchage des goves.

Les besoins en eau pour les jeunes vergers en 2^{ème} et 3^{ème} feuille peuvent être majorés : Kc entre 0,65 et 0,75 (phase de croissance végétative).

Cerisier sur porte-greffe peu vigoureux Tabel



Consommation annuelle : **540 mm**
 Besoin annuel en eau d'irrigation : **323 mm**
 Année médiane - station de Montpellier

Besoins en eau d'irrigation par décade

	Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Coefficient cultural Kc	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Besoins totaux (Kc x ETP) en mm	21	23	25	29	32	43	38	32	34	35	34	38	33	30	31	24	22	17
Irrigation (en mm)	-	-	-	2	9	33	31	23	32	33	33	37	31	25	25	14	8	1

Pour une RU de 90 mm et une profondeur d'enracinement de 80 cm

Besoins annuels en eau d'irrigation (en mm)

En année	Alès	Béziers	Carcassonne	Montpellier	Nîmes	Perpignan
Normale	268	328	251	323	314	420
Sèche	339	389	306	394	354	441
Humide	204	266	203	287	222	358

Commentaire :

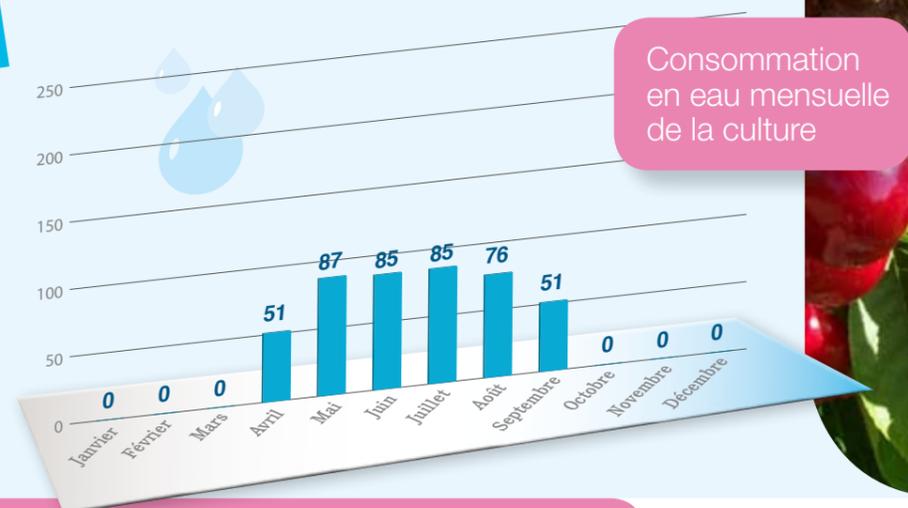
Avant récolte, l'arbre doit être bien alimenté pour assurer le calibre des fruits, le rendement et la croissance des rameaux. En année normale, les réserves du sol et les pluies suffisent à couvrir les besoins dans la plupart des situations.

Cependant, il est important de suivre l'état hydrique du sol avec des tensiomètres pour éviter un stress avant récolte, en année sèche.

Après récolte et sur porte greffe faible, l'alimentation en eau doit être rationnée avec comme objectif de limiter la croissance végétative tout en maintenant l'arbre «en activité» afin d'assurer la bonne formation des bourgeons floraux et des réserves. La réduction du Kc de 0,7 à 0,5 s'effectue après la récolte.

Le goutte-à-goutte, avec son alimentation très régulière, est particulièrement bien adapté à cette irrigation rationnée.

Cerisier sur porte-greffe vigoureux Maxma14



Consommation annuelle : **437 mm**
 Besoin annuel en eau d'irrigation : **235 mm**
 Année médiane - station de Montpellier

Besoins en eau d'irrigation par décade

	Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Coefficient cultural Kc	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Besoins totaux (Kc x ETP) en mm	14	16	21	25	27	37	32	26	27	28	27	31	26	24	25	19	18	14
Irrigation (en mm)	-	-	-	-	-	19	22	18	26	27	27	30	24	21	20	11	5	-

Pour une RU de 90 mm et une profondeur d'enracinement de 80 cm

Besoins annuels en eau d'irrigation (en mm)

En année	Alès	Béziers	Carcassonne	Montpellier	Nîmes	Perpignan
Normale	182	240	171	235	212	313
Sèche	253	283	227	295	265	334
Humide	127	185	126	190	156	276

Commentaire :

Avant récolte, l'arbre doit être bien alimenté pour assurer le calibre des fruits, le rendement et la croissance des rameaux. En année normale, les réserves du sol et les pluies suffisent à couvrir ces besoins dans la plupart des situations.

Cependant, il est important de suivre l'état hydrique du sol avec des tensiomètres pour éviter un stress avant récolte, en année sèche.

Après récolte, l'alimentation en eau doit être rationnée assez sévèrement pour maîtriser la vigueur et le volume des arbres. La réduction du Kc de 0,6 à 0,4 s'effectue après la récolte.

Le goutte-à-goutte, avec son alimentation très régulière, est particulièrement bien adapté à cette irrigation rationnée.

Pendant la période d'installation du verger, les porte-greffes vigoureux ont besoin d'un rationnement hydrique : une irrigation sans restriction engendre une croissance excessive de la végétation et retarde la mise à fruit (mais un rationnement trop sévère entraîne des pertes de rendement).



Consommation annuelle : **1051 mm**
 Besoin annuel en eau d'irrigation : **787 mm**
 Année médiane - station de Montpellier

Besoins en eau d'irrigation par décade

	Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Sept			Oct		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Coefficient cultural Kc	0,5	0,5	0,5	0,7	0,7	0,7	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	0,8	0,8	0,8
Besoins totaux (Kc x ETP) en mm	18	19	18	29	32	43	59	71	75	84	81	92	78	72	75	53	49	38	24	18	17
Irrigation (en mm)	-	-	-	-	10	33	55	64	73	84	80	90	74	65	71	36	37	27	16	-	-

Pour une RU de 80 mm et une profondeur d'enracinement de 40 cm

Besoins annuels en eau d'irrigation (en mm)

En année	Alès	Béziers	Carcassonne	Montpellier	Nîmes	Perpignan
Normale	739	800	684	787	790	930
Sèche	830	852	773	868	840	971
Humide	620	703	620	717	679	843

Commentaire :

Du fait de son enracinement assez superficiel et localisé, le kiwi est une culture exigeante en eau et très sensible au stress hydrique, ce qui justifie des coefficients culturaux supérieurs à 1. Mais les excès d'eau sont préjudiciables à la culture : après 24h de stagnation d'eau, certaines racines dépérissent. Cette double sensibilité (au stress

et à l'excès d'eau) rend l'utilisation de tensiomètres très pertinente.

L'utilisation de microjets (1 ou mieux 2 par plant disposés à 50 cm du tronc) permet de tenir compte de ces particularités.

Olivier



Consommation annuelle : **738 mm**
 Besoin annuel en eau d'irrigation : **338 mm**
 Année médiane - station de Montpellier

Besoins en eau d'irrigation par décade

	Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Coefficient cultural Kc	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
Besoins totaux (Kc x ETP) en mm	19	21	20	23	25	33	30	35	38	39	37	42	36	33	34	27	24	19
Irrigation (en mm)	-	-	-	-	-	8	16	22	33	35	33	38	33	26	29	17	11	1

Pour une RU de 90 mm et une profondeur d'enracinement de 80 cm

Besoins annuels en eau d'irrigation (en mm)

En année	Alès	Béziers	Carcassonne	Montpellier	Nîmes	Perpignan
Normale	265	327	242	338	279	453
Sèche	337	381	279	374	381	508
Humide	179	263	179	281	217	400

Commentaire :

L'olivier est une espèce méditerranéenne par excellence, donc adaptée à une alimentation modérée.

Mais des essais récents montrent un effet positif de l'irrigation en cas de stress durant la croissance des rameaux ou des fruits.

Il est donc recommandé d'appliquer un rationnement modéré (Kc constant toute l'année).

Un rationnement un peu plus poussé est probablement

envisageable lors de la phase de durcissement du noyau.

Les essais en cours conduits par SUD EXPE confirment la forte capacité des oliviers à utiliser les réserves en eau du sol. Sur des sols à bonne réserve et correctement rechargés en eau par les pluies, les oliviers destinés à la production d'huile seront capables de supporter des irrigations un peu moindres, en exploitant au mieux l'eau du sol.

Pêcher précoce



Consommation annuelle : **778 mm**
 Besoin annuel en eau d'irrigation : **539 mm**
 Année médiane - station de Montpellier

Besoins en eau d'irrigation par décade

	Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Coefficient cultural Kc	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Besoins totaux (Kc x ETP) en mm	25	27	25	29	32	61	54	64	69	70	47	53	46	42	44	34	31	24
Irrigation (en mm)	-	-	-	5	9	49	49	56	68	70	47	52	43	37	39	23	21	3

Pour une RU de 90 mm et une profondeur d'enracinement de 80 cm

Besoins annuels en eau d'irrigation (en mm)

En année	Alès	Béziers	Carcassonne	Montpellier	Nîmes	Perpignan
Normale	494	544	462	539	553	667
Sèche	573	616	524	627	592	691
Humide	409	483	399	499	421	580

Commentaire :

Le pêcher est très sensible à la sécheresse durant la phase allant du durcissement du noyau (courant mai) à la récolte. Tout rationnement dans l'alimentation en eau aura un effet négatif sur le calibre des fruits et le rendement.

Inversement l'excès d'eau pénalisera le taux de sucre et engendrera des problèmes de maladie (notamment de conservation).

Après récolte, une restriction des arrosages est nécessaire pour maîtriser la végétation, mais elle ne doit pas intervenir trop tôt, au risque de pénaliser le développement des rameaux mixtes et la qualité des bourgeons. Ainsi, sur ce type de variété, on attendra le 10-15 juillet avant de réduire le niveau des arrosages.

Sur sol nu ou en goutte-à-goutte, il est conseillé de diminuer le Kc de 0,1 pour l'ensemble du cycle végétatif.

Pêcher de saison



Consommation annuelle : **838 mm**
 Besoin annuel en eau d'irrigation : **601 mm**
 Année médiane - station de Montpellier

Besoins en eau d'irrigation par décade

	Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Coefficient cultural Kc	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Besoins totaux (Kc x ETP) en mm	25	27	25	29	32	61	54	64	69	70	68	76	65	42	44	34	31	24
Irrigation (en mm)	-	-	-	5	9	49	49	56	68	70	67	75	62	37	39	23	21	3

Pour une RU de 90 mm et une profondeur d'enracinement de 80 cm

Besoins annuels en eau d'irrigation (en mm)

En année	Alès	Béziers	Carcassonne	Montpellier	Nîmes	Perpignan
Normale	564	605	521	601	615	729
Sèche	642	678	585	695	658	762
Humide	472	544	444	562	484	643

Commentaire :

Le pêcher est très sensible à la sécheresse durant la phase allant du durcissement du noyau à la récolte. Tout rationnement dans l'alimentation en eau aura un effet négatif sur le calibre des fruits et le rendement.

Inversement l'excès d'eau pénalisera le taux de sucre et engendra des problèmes de maladie (notamment de conservation).

Après récolte, une restriction des arrosages est nécessaire pour maîtriser la végétation.

Sur sol nu ou en goutte-à-goutte, il est conseillé de diminuer le Kc de 0,1 pour l'ensemble du cycle végétatif.

Pêcher tardif



Consommation annuelle : **891 mm**
 Besoin annuel en eau d'irrigation : **652 mm**
 Année médiane - station de Montpellier

Besoins en eau d'irrigation par décade

	Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Coefficient cultural Kc	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,7	0,7
Besoins totaux (Kc x ETP) en mm	25	27	25	29	32	61	54	64	69	70	68	76	65	60	62	48	31	24
Irrigation (en mm)	-	-	-	5	9	49	49	56	68	70	67	75	62	54	58	32	19	5

Pour une RU de 90 mm et une profondeur d'enracinement de 80 cm

Besoins annuels en eau d'irrigation (en mm)

En année	Alès	Béziers	Carcassonne	Montpellier	Nîmes	Perpignan
Normale	618	652	571	652	670	783
Sèche	693	732	636	752	710	822
Humide	515	597	489	613	536	695

Commentaire :

Le pêcher est très sensible à la sécheresse durant la phase allant du durcissement du noyau à la récolte. Tout rationnement dans l'alimentation en eau aura un effet négatif sur le calibre des fruits et le rendement.

Inversement l'excès d'eau pénalisera le taux de sucre et engendra des problèmes de maladie (notamment de conservation).

Après récolte, une restriction des arrosages est nécessaire pour maîtriser la végétation.

Sur sol nu ou en goutte-à-goutte, il est conseillé de diminuer le Kc de 0,1 pour l'ensemble du cycle végétatif.

Poirier



Consommation annuelle : **804 mm**
 Besoin annuel en eau d'irrigation : **559 mm**
 Année médiane - station de Montpellier

Besoins en eau d'irrigation par décade

	Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Coefficient cultural Kc	0,5	0,5	0,5	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Besoins totaux (Kc x ETP) en mm	18	19	18	35	38	52	46	55	69	70	68	76	65	42	44	34	31	24
Irrigation (en mm)	-	-	-	-	-	33	42	45	68	70	67	76	62	37	39	22	21	2

Pour une RU de 130 mm et une profondeur d'enracinement de 85 cm

Besoins annuels en eau d'irrigation (en mm)

En année	Alès	Béziers	Carcassonne	Montpellier	Nîmes	Perpignan
Normale	513	554	461	559	541	662
Sèche	586	619	536	639	604	701
Humide	413	495	388	510	438	593

Commentaire :

Cette culture est généralement réalisée sur des sols profonds. Une nappe participe fréquemment de manière très significative à l'alimentation hydrique de la culture jusqu'au début de l'été.

Dans ce cas, les besoins en eau d'arrosage sont nettement inférieurs, même en année climatique moyenne, à ceux annoncés.

En pratique, pour éviter des excès d'arrosage en début de saison, le suivi de l'humidité du sol par tensiométrie ou sondes capacitatives présente tout son intérêt.

Par la suite, dans la région, l'incidence des remontées capillaires devient le plus souvent peu importante et les besoins en eau d'irrigation sont alors proches de ceux présentés ci-dessus.

Il est possible de prévenir des accidents de foilage du feuillage qui surviennent chroniquement dans certains terroirs, en déclenchant des irrigations par aspersion de très courte durée les jours où les températures risquent d'être excessives.

Pommier



Consommation annuelle : **804 mm**
 Besoin annuel en eau d'irrigation : **559 mm**
 Année médiane - station de Montpellier

Besoins en eau d'irrigation par décade

	Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Coefficient cultural Kc	0,5	0,5	0,5	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Besoins totaux (Kc x ETP) en mm	18	19	18	35	38	52	46	55	69	70	68	76	65	42	44	34	31	24
Irrigation (en mm)	-	-	-	-	-	33	42	45	68	70	67	76	62	37	39	22	21	2

Pour une RU de 130 mm et une profondeur d'enracinement de 85 cm

Besoins annuels en eau d'irrigation (en mm)

En année	Alès	Béziers	Carcassonne	Montpellier	Nîmes	Perpignan
Normale	513	554	461	559	541	662
Sèche	586	619	536	639	604	701
Humide	413	495	388	510	438	593

Commentaire :

Cette culture est généralement réalisée sur des sols profonds. Une nappe participe fréquemment de manière très significative à l'alimentation hydrique de la culture jusqu'au début de l'été.

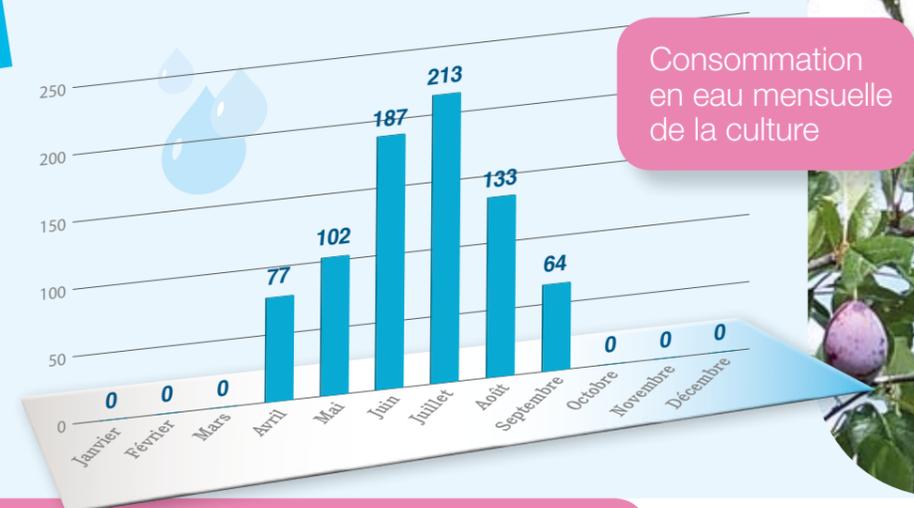
Dans ce cas, les besoins en eau d'arrosage sont nettement inférieurs, même en année climatique moyenne, à ceux annoncés.

En pratique, pour éviter des excès d'arrosage en début de saison favorisant les accidents de chlorose et le lessivage de l'azote en profondeur, le suivi de l'humidité du sol par tensiométrie ou sondes capacitatives présente tout son intérêt.

Par la suite, dans la région, l'incidence des remontées capillaires devient le plus souvent peu importante et les besoins en eau d'irrigation sont alors proches de ceux présentés ci-dessus.

Les données présentées dans les tableaux ci-dessus correspondent aux besoins en eau d'irrigation pour des pommiers de la variété GALA, récoltés à partir du 10 août. Pour les autres variétés, la diminution du Kc de 1 à 0,7 sera décalée en fonction de la date de récolte.

Prunier d'Ente



Consommation annuelle : **785 mm**
 Besoin annuel en eau d'irrigation : **565 mm**
 Année médiane - station de Montpellier

Besoins en eau d'irrigation par décade

	Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Coefficient cultural Kc	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	-
Besoins totaux (Kc x ETP) en mm	25	27	25	29	32	43	54	64	69	70	68	76	46	42	44	34	31	-
Irrigation (en mm)	-	-	-	5	9	33	48	56	68	70	67	76	41	35	39	23	21	-

Pour une RU de 90 mm et une profondeur d'enracinement de 80 cm

Besoins annuels en eau d'irrigation (en mm)

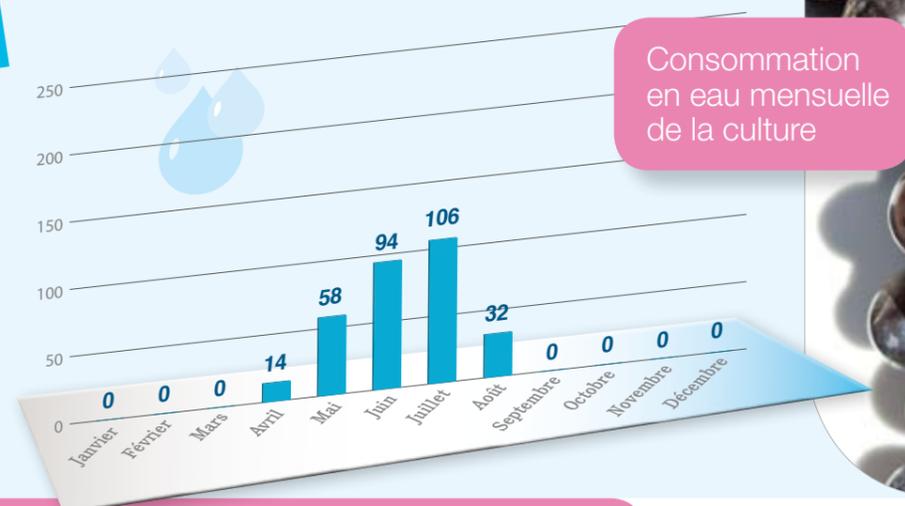
En année	Alès	Béziers	Carcassonne	Montpellier	Nîmes	Perpignan
Normale	522	567	478	565	560	670
Sèche	600	634	543	645	611	705
Humide	435	495	400	519	452	595

Commentaire :

Cette culture présente un maximum de sensibilité à une restriction de l'alimentation hydrique en juin et juillet, période de croissance des fruits et des rameaux

À partir du début août, il est conseillé de pratiquer une légère réduction de l'alimentation hydrique afin de favoriser l'accumulation de sucres dans les fruits destinés au séchage sans pénaliser le calibre.

Raisin de table



Consommation annuelle : **308 mm**
 Besoin annuel en eau d'irrigation : **159 mm**
 Année médiane - station de Montpellier

Besoins en eau d'irrigation par décade

	Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Coefficient cultural Kc	-	-	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3	-	-	-	-
Besoins totaux (Kc x ETP) en mm	-	-	14	16	18	24	27	32	34	35	34	38	16	15	-	-	-	-
Irrigation (en mm)	-	-	-	-	-	-	2	11	30	33	33	37	14	12	-	-	-	-

Pour une RU de 110 mm et une profondeur d'enracinement de 100 cm

Besoins annuels en eau d'irrigation (en mm)

En année	Alès	Béziers	Carcassonne	Montpellier	Nîmes	Perpignan
Normale	135	146	101	159	131	196
Sèche	186	201	145	203	202	210
Humide	93	112	84	130	104	178

Commentaire :

L'irrigation par goutte-à-goutte est le système qui s'impose pour ce type de culture nécessitant une irrigation de complément régulière dans l'objectif d'assurer la taille des baies.

À partir du début de la véraison, il convient de réduire la dose apportée, les arrosages n'ayant plus d'incidence sur la taille des baies. La croissance des rameaux ralentit au bénéfice de l'accumulation des sucres dans les grains.

Le contexte réglementaire

L'irrigation de la vigne est régie par les décrets n°2006-1526 du 4 décembre 2006, 2006-1527 du 4 décembre 2006 et n° 2017-1327 du 8 septembre 2017.

- **Indication Géographique Protégée et Vin Sans Indication Géographique :** irrigation interdite entre le 15 août et la récolte.
- **Appellation d'Origine Protégée :** irrigation interdite entre le 1^{er} mai et la récolte. Peut être autorisée entre le 15 juin (ou fermeture de la grappe) au plus tôt et le 15 août (ou véraison) au plus tard, par dérogation accordée par l'INAO sur demande du Syndicat d'appellation.



Vigne et alimentation hydrique

La vigne est une plante particulièrement résistante à la sécheresse et qui met en place des mécanismes d'adaptation à la contrainte hydrique lorsque celle-ci s'installe de façon progressive.

La **contrainte hydrique** va se répercuter sur la croissance végétative et la production (aspects quantitatifs et qualitatifs) selon le stade où elle intervient et son niveau d'intensité.

De même, **l'excès d'eau** est préjudiciable : il engendre des problèmes sanitaires et conduit à des vins peu colorés et dilués.

Ainsi, pour un objectif de production donné (cépage x rendement x qualité), la vigne doit suivre un **itinéraire hydrique idéal** qui peut être défini à partir :

- de références acquises et diffusées par les instituts et organismes techniques,
- d'une expérience acquise à long terme sur l'exploitation.

L'eau nécessaire au suivi de ce parcours idéal est fournie par les pluies (très variables en quantité et dans leur répartition en climat méditerranéen), par la réserve en eau du sol (variable selon le type de sol, la qualité de l'enracinement, la recharge hivernale). Les irrigations visent à alimenter la vigne en l'absence de pluie et lorsque les réserves en eau du sol sont consommées. Les irrigations ne sont pas nécessaires tous les ans, selon l'objectif de production, l'année et le type de sol.

Une irrigation menée à bon escient aura pour effet :

- De stabiliser voire d'améliorer les **rendements** de 20 % en moyenne (d'autres facteurs limitants pouvant intervenir). Les apports supérieurs à 100 mm ne sont pas valorisés.
- D'améliorer le **taux de sucre** et les **teneurs en acides** des baies et des jus.
- Les effets sur les **caractéristiques organoleptiques** sont nuancés. Le lien entre itinéraire hydrique et profil des vins rouges est difficile à établir (de nombreux autres facteurs interviennent). Des références en cours d'acquisition semblent montrer les bénéfices qualitatifs apportés par l'irrigation sur vins rosés et blancs, par rapport à des situations de contrainte hydrique.

Conduite de l'irrigation

La conduite raisonnée de l'irrigation nécessite de :

- Définir son **objectif de production** et par conséquent l'itinéraire hydrique à suivre.
- Disposer d'**indicateurs** permettant de suivre l'évolution du statut hydrique de la parcelle.

Des outils variés existent, permettant de déterminer la date de démarrage des irrigations et de valider les apports pratiqués. Toutefois, aucun d'entre eux pris isolément n'est idéal et suffisant pour une conduite de précision.

Les viticulteurs sont invités **a minima** à se baser sur :

- Des observations agronomiques et notamment un suivi des **croissances d'apex**.

Sur une soixantaine de rameaux, observer les extrémités (apex), les compter et leur attribuer une note de 0 à 2 selon leur état (voir photos ci-dessous). Calculer alors la note moyenne des apex observés sur la parcelle :



Pousse active (P)
Note = 2



Pousse ralentie (R)
Note = 1



Apex sec ou tombé (C)
Note = 0

L'observation des apex permet d'éviter un déclenchement trop précoce. Ne pas arroser tant que :

- La note moyenne reste supérieure à 1,5.
- En AOC, plus de 10% des apex sont en note 2.

Une fois ces seuils atteints, seule l'utilisation d'outils complémentaires permet d'affiner la prise de décision.

- Autre méthode d'interprétation proposée par la Chambre d'Agriculture de l'Hérault : calcul d'un Indice d'Arrêt de Croissance à partir de ces mêmes apex. *Pour plus de renseignements, se rapprocher de la CA 34.*

Il est nécessaire de multiplier les observations (1 fois/semaine à partir de mi-juin) pour suivre l'évolution de la situation et les combiner à des indicateurs complémentaires (bulletin irrigation, conseiller...) pour s'assurer de la date de déclenchement des irrigations.

- Les bulletins d'avertissement à l'irrigation diffusés localement.

→ **En complément**, d'autres outils existent pour la conduite des irrigations :

- La modélisation de la contrainte hydrique, à partir de données météo.
- Des mesures sur les plantes (potentiels foliaire de base...) ou le sol (tensiomètres, mesures électriques).

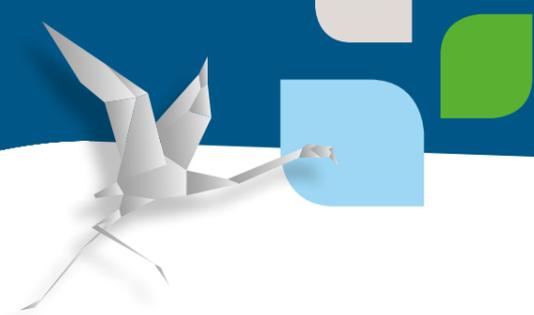
→ **En pratique**, quelques principes simples à retenir :

- En région Languedoc-Roussillon, les irrigations ne se justifient qu'exceptionnellement avant le 15/06.
- Les apports recommandés sont compris entre 1 et 2 mm/j pour un volume total annuel de 500 à 1000 m³/ha.
- Le goutte-à-goutte est préconisé pour de nombreuses raisons, en association avec une programmation.
- Fréquence d'apport : de quotidienne à hebdomadaire. Ne pas espacer les arrosages de plus de 7 jours.
- Arrêt des irrigations : selon les indicateurs - réglementairement le 15/08 ou à partir de la véraison (si plus tôt) - des expérimentations en cours semblent montrer qu'un stress hydrique après le 15/08 peut pénaliser la récolte.



Grandes cultures

Blé dur	111
Colza.....	113
Luzerne	115
Maïs grain.....	117
Pois d'hiver.....	119
Prairie.....	121
Soja.....	123
Sorgho	125
Tournesol.....	127





Consommation annuelle : **430 mm**
 Besoin annuel en eau d'irrigation : **139 mm**
 Année médiane - station de Montpellier

Besoins en eau d'irrigation par décade

	Déc			Janvier			Février			Mars			Avril			Mai			Juin		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Coefficient cultural Kc	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	-	-
Besoins totaux (Kc x ETP) en mm	6	6	5	4	5	14	11	14	13	19	20	30	32	35	32	37	41	50	45	-	-
Irrigation (en mm)*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	7	16	14	20	12	5	16	34	-	-	-

* pour une stratégie d'irrigation à 75% des besoins maximums

Pour une RU de 160 mm et une profondeur d'enracinement de 80 à 150 cm

Besoins annuels en eau d'irrigation (en mm)

En année	Alès	Béziers	Carcassonne	Montpellier	Nîmes	Perpignan
Normale	77	142	47	139	122	194
Sèche	150	173	106	220	171	258
Humide	60	96	9	93	91	114

Commentaire :

La réserve en eau du sol et les pluies de printemps couvrent 30 à 85 % des besoins maximums (ETM) d'une culture de blé, selon l'année (sèche ou pluvieuse) et la qualité du sol (séchant à profond).

Une irrigation permettant de couvrir ces besoins maximums permet de viser un rendement maximum, mais elle engendre des risques, notamment de verse. Une stratégie un peu moins ambitieuse que l'atteinte du rendement maximum de la culture semble prudente.

Une irrigation de complément régularise le rendement (à 60-70 q/ha), la qualité et facilite la conduite de la culture (efficacité des engrais assurée, réduction de la sensibilité du blé aux adventices et aux parasites de faiblesse). De mars à mai, le nombre d'irrigation au canon variera de 0 (printemps pluvieux) à 4 (printemps sec) pour une moyenne de 2 à 3

selon la profondeur du sol. Dans le cas d'une irrigation à la rampe ou au pivot (voire goutte à goutte enterré), un fractionnement plus fin des apports peut s'avérer pertinent. Quelques règles de positionnement des irrigations :

- L'utilisation de tensiomètres est préconisée pour déclencher les irrigations, en particulier la première.
- En cas de sortie d'hiver sèche, des irrigations à faible dose coordonnées avec la fertilisation azotée permettront de soutenir le développement de la culture.
- Ne pas irriguer pendant la floraison (risque important de contamination par la fusariose).
- Les irrigations pendant le remplissage du grain sont les plus rentables.
- Dernière irrigation au stade grain laiteux.



Consommation annuelle : **1342 mm**
 Besoin annuel en eau d'irrigation : **773 mm**
 Année médiane - station de Montpellier

Besoins en eau d'irrigation par décade

	Janvier			Février			Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Sept			Oct			Nov			Déc		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Coefficient cultural Kc	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Besoins totaux (Kc x ETP) en mm	11	13	19	15	18	17	26	26	34	35	39	36	41	45	61	54	64	69	70	68	76	65	60	62	48	44	34	30	22	21	18	17	14	16	16	15
Irrigation (en mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	19	24	53	48	56	65	66	62	71	60	50	55	31	32	14	13	-	-	-	-	-	-	-	-

Pour une RU de 160 mm et une profondeur d'enracinement de 60 à 100 cm

Besoins annuels en eau d'irrigation (en mm)

En année	Alès	Béziers	Carcassonne	Montpellier	Nîmes	Perpignan
Normale	652	746	631	773	703	955
Sèche	760	822	697	847	842	1042
Humide	512	624	492	661	597	847

Commentaire :

Ces données sont communiquées à titre indicatif, à défaut de référence précise sur le sujet dans le contexte régional.

Irriguer tôt pour favoriser la mise en place de la couverture du sol par la culture (en obtenant un nombre de tiges et de feuilles suffisant) pour qu'ensuite la fabrication de biomasse soit possible.

Limiter les apports d'eau après fin juillet car la croissance de la luzerne est plus faible en période de durée de jours décroissante (efficience de l'eau plus faible).

L'irrigation de fin de cycle favorise la verse et pénalise la qualité du fourrage récolté.



Maïs grain



Consommation annuelle : **761 mm**
 Besoin annuel en eau d'irrigation : **473 mm**
 Année médiane - station de Montpellier

Besoins en eau d'irrigation par décade

	Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Coefficient cultural Kc	-	-	-	0,4	0,4	0,4	0,8	0,8	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	0,7	0,7
Besoins totaux (Kc x ETP) en mm	-	-	-	16	18	24	43	51	75	77	75	84	72	60	62	48	31	24
Irrigation (en mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	66	75	74	83	69	52	57	-	-	-

Pour une RU de 190 mm et une profondeur d'enracinement de 80 à 120 cm

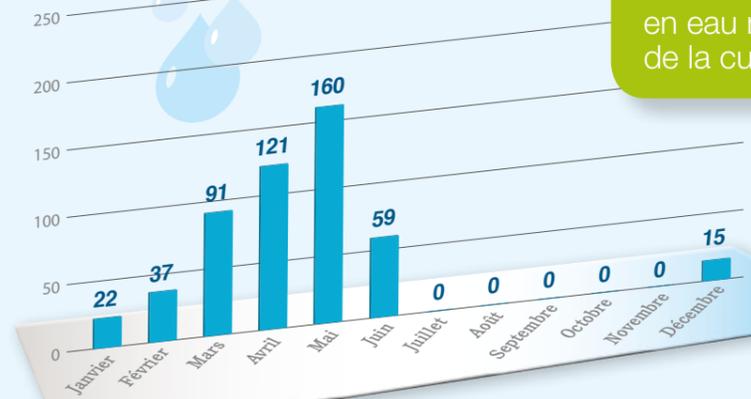
Besoins annuels en eau d'irrigation (en mm)

En année	Alès	Béziers	Carcassonne	Montpellier	Nîmes	Perpignan
Normale	456	475	383	473	440	539
Sèche	516	522	460	529	526	581
Humide	383	412	315	416	370	496

Commentaire :

Les périodes les plus sensibles au stress hydrique sont par ordre de sensibilité décroissante : la période enca-drant la floraison, le début du remplissage des grains et la montaison.

Il est important d'éviter les restrictions hydriques aux périodes où les besoins sont le plus élevés. Préférer des doses unitaires d'arrosage modérées (25 mm au canon, voire 15 mm au pivot) et en adaptant la fréquence d'apport.



Consommation en eau mensuelle de la culture

Consommation annuelle : **512 mm**
 Besoin annuel en eau d'irrigation : **191 mm**
 Année médiane - station de Montpellier

Besoins en eau d'irrigation par décade

	Déc			Janvier			Février			Mars			Avril			Mai			Juin				
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
Coefficient cultural Kc	-	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	0,7	0,7	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	-	-
Besoins totaux (Kc x ETP) en mm	-	8	7	6	7	9	11	13	12	26	26	34	39	43	39	45	50	67	59	-	-	-	-
Irrigation (en mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	23	28	29	23	35	13	24	-	-	-	-

Pour une RU de 140 mm et une profondeur d'enracinement de 60 à 90 cm

Besoins annuels en eau d'irrigation (en mm)

En année	Alès	Béziers	Carcassonne	Montpellier	Nîmes	Perpignan
Normale	132	180	94	191	178	242
Sèche	217	245	159	288	238	333
Humide	81	128	41	129	128	171

Commentaire :

La période la plus sensible au stress hydrique correspond à la formation des graines.

Des apports excessifs avant floraison peuvent avoir un effet dépréciatif sur le rendement en favorisant le développement végétatif au détriment de la fructification.

Les apports après la fin du stade limite d'avortement (2-3 semaines après fin floraison) ne sont pas valorisés économiquement et augmentent le risque de verse en fin de cycle.

Les besoins indiqués dans les tableaux ci-dessus correspondent à une approche théorique visant à satisfaire les besoins maximums de la culture.

D'un point de vue pratique, les recommandations portent sur 1 à 4 tours d'eau, pour un apport total maximum de 100 mm.



Consommation en eau mensuelle de la culture

Consommation annuelle : **1118 mm**
 Besoin annuel en eau d'irrigation : **626 mm**
 Année médiane - station de Montpellier

Besoins en eau d'irrigation par décade

	Janvier			Février			Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Sept			Oct			Nov			Déc		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Coefficient cultural Kc	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	1,1	1,1	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Besoins totaux (Kc x ETP) en mm	7	8	11	9	11	10	28	29	37	39	43	39	45	50	67	59	71	75	42	41	46	39	36	37	53	49	21	18	13	13	11	10	9	9	9	9
Irrigation (en mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	10	16	27	59	53	64	72	37	40	44	37	30	33	36	35	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-

Pour une RU de 160 mm et une profondeur d'enracinement de 60 à 100 cm

Besoins annuels en eau d'irrigation (en mm)

En année	Alès	Béziers	Carcassonne	Montpellier	Nîmes	Perpignan
Normale	528	592	489	626	538	774
Sèche	631	676	535	666	664	847
Humide	394	497	371	536	468	689

Commentaire :

- **Prairie de graminées :**

Les besoins en eau augmentent avec la reprise végétative en sortie d'hiver (Kc = 1,1).

En été et en situation de ressource en eau contrainte (problème de disponibilité ou de coût), il est envisageable de restreindre la culture (Kc = 0,6).

Reprise d'une alimentation en eau non limitante en septembre en vue d'une 3ème coupe ou pâturage.

Les besoins en eau sont réduits après cette dernière coupe ou pâturage (Kc = 0,6).

- **Prairie plurispécifique :**

La restriction de l'alimentation hydrique en été conduirait à des risques d'impact plus marqués sur le rendement et la qualité.





Consommation annuelle : **530 mm**
 Besoin annuel en eau d'irrigation : **298 mm**
 Année médiane - station de Montpellier

Besoins en eau d'irrigation par décade

	Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Coefficient cultural Kc	-	-	-	-	0,4	0,4	0,4	0,8	0,8	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8	0,4	0,4	-	-
Besoins totaux (Kc x ETP) en mm	-	-	-	-	18	24	22	51	55	70	68	76	52	48	25	19	-	-
Irrigation (en mm)	-	-	-	-	-	-	-	25	41	54	53	74	50	11	-	-	-	-

Pour une RU de 160 mm et une profondeur d'enracinement de 60 à 100 cm

Besoins annuels en eau d'irrigation (en mm)

En année	Alès	Béziers	Carcassonne	Montpellier	Nîmes	Perpignan
Normale	288	297	229	298	294	351
Sèche	329	340	281	343	343	368
Humide	231	251	185	262	222	311

Commentaire :

Une irrigation trop précoce entraîne un excès de végétation au détriment des gousses et un risque de sclérotinia. En situation de contrainte sur la ressource en eau, privilégier la floraison jusqu'à la fin de la formation des gousses. En l'absence de pluies, les arrosages tardifs jusqu'au stade premières gousses mures (3 semaines avant la récolte) sont très payants : ils permettent le remplissage du grain et l'élaboration d'une haute teneur en protéines.

Les besoins indiqués dans les tableaux ci-dessus correspondent à une approche théorique visant à satisfaire les besoins maximums de la culture.

D'un point de vue pratique, pour un objectif de rendement de 35-40 q/ha, les recommandations portent sur 250 à 300 mm (en 8-10 apports) sur sol superficiel et 150-200 mm (en 4-6 apports) sur sol profond.



Consommation annuelle : **603 mm**
 Besoin annuel en eau d'irrigation : **341 mm**
 Année médiane - station de Montpellier

Besoins en eau d'irrigation par décade

	Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Coefficient cultural Kc	-	-	-	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8	-	-
Besoins totaux (Kc x ETP) en mm	-	-	-	16	18	24	32	38	41	70	68	76	65	60	50	39	-	-
Irrigation (en mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	29	70	67	76	62	-	27	16	-	-

Pour une RU de 160 mm et une profondeur d'enracinement de 60 à 100 cm

Besoins annuels en eau d'irrigation (en mm)

En année	Alès	Béziers	Carcassonne	Montpellier	Nîmes	Perpignan
Normale	316	332	269	341	318	395
Sèche	379	389	329	395	385	420
Humide	258	273	204	284	237	349

Commentaire :

Le sorgho est une culture moins exigeante en eau que le maïs, mais l'obtention de rendements élevés nécessite des irrigations significatives.

Les périodes les plus sensibles au stress hydrique sont par ordre de sensibilité décroissante : la période du gonflement jusqu'à floraison, prioritaire pour l'irrigation, puis la montaison (du stade 8-10 feuilles jusqu'au gonflement). La période de remplissage des grains après le stade grain laiteux est peu sensible, et l'enracinement alors à son développement maximum confère à la culture une forte capacité d'extraction d'eau dans le sol.

Dans des situations de disponibilité en eau limitée, privilégier les apports entre les stades 10 feuilles et floraison.

Une irrigation précoce est envisageable pour aider la levée ou en cas de sécheresse en début de montaison, pénalisant l'alimentation azotée.

Les besoins indiqués dans les tableaux ci-dessus correspondent à une approche théorique visant à satisfaire les besoins maximums de la culture. D'un point de vue pratique, les préconisations portent sur un nombre d'apports en eau variable de 2 à 5 apports (dose de 35 mm), soit un total de 70 à 175 mm, réalisés tous les 8 à 12 jours (dernier tour d'eau réalisé 15 à 20 jours après l'épiaison).



Consommation en eau mensuelle de la culture

Consommation annuelle : **554 mm**
 Besoin annuel en eau d'irrigation : **309 mm**
 Année médiane - station de Montpellier

Besoins en eau d'irrigation par décade

	Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Coefficient cultural Kc	-	-	0,5	0,5	0,8	0,8	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	0,6	0,6	-	-	-	-	-
Besoins totaux (Kc x ETP) en mm	-	-	18	21	36	49	57	67	72	74	71	46	39	-	-	-	-	-
Irrigation (en mm)	-	-	-	-	-	5	22	56	71	74	70	-	18	-	-	-	-	-

Pour une RU de 160 mm et une profondeur d'enracinement de 100 à 150 cm

Besoins annuels en eau d'irrigation (en mm)

En année	Alès	Béziers	Carcassonne	Montpellier	Nîmes	Perpignan
Normale	275	292	227	309	277	347
Sèche	352	352	277	356	368	376
Humide	211	252	174	271	231	319

Commentaire :

Le tournesol est tolérant aux conditions sèches du fait d'une forte aptitude à extraire l'eau du sol, mais il valorise bien les irrigations.

Les stades les plus sensibles correspondent à la floraison (réduction du nombre de graines) et au remplissage des grains (réduction du nombre de grains, de leur poids et de la teneur en huile).

L'excès d'eau avant la floraison occasionne une exubérance végétative préjudiciable pour la culture.

D'un point de vue pratique, les recommandations portent sur un apport maximum de 120 mm en 3-4 tours d'eau de 30 mm (encadrement de la floraison et 10 jours plus tard). L'efficacité des apports supplémentaires est réduite, mais n'est pas nulle.

Les données retenues pour les fiches présentées dans ce **Mémento Irrigation** ont été établies avec la collaboration des organismes suivants :

APREL : Association Provençale de Recherche et d'Expérimentation Légumière
SAINT-RÉMY DE PROVENCE (13)

ARDEPI : Association régionale pour la maîtrise des irrigations
AIX-EN-PROVENCE (13)

ARVALIS : Institut du Végétal
NIMES (30) - BAZIEGE (31)

CEHM : Centre d'Etude de l'Horticulture de Marsillargues - Station expérimentale fruits et légumes Languedoc-Roussillon
MARSILLARGUES (34)

Sica CENTREX : Centre Expérimental des Fruits et Légumes du Roussillon
TORREILLES (66)

CETIOM : Centre Technique Interprofessionnel des Oléagineux et du Chanvre
MAUGIO (34)

Chambre d'Agriculture de l'Aude
CARCASSONNE (11)

Chambre d'Agriculture du Gard
NIMES (30)

Chambre d'Agriculture de l'Hérault
LATTES (34)

Chambre d'Agriculture Roussillon (Pyrénées Orientales)
PERPIGNAN (66)

Chambre Régionale d'Agriculture du Languedoc-Roussillon (d'Occitanie)
LATTES (34)

CIRAME : Centre d'Information Régional Agrométéorologique
CARPENTRAS (84)

CTIFL : Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes
BELLEGARDE (30)

FORCE SUD : Groupement de producteurs (melon, pastèque, salade)
SAINT THIBERY (34)

IFV : Institut Français de la Vigne et du Vin
RODILHAN (30)

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique
AVIGNON (84) - SAINT-MARCEL-LES-VALENCE (26)

SEFRA : Station Expérimentale des Fruits de Rhône-Alpes
ETOILE SUR RHONE (26)

SERFEL : Sica d'Expérimentation Régionale des Fruits et Légumes
SAINT GILLES (30) (SUDEXPÉ : Station de recherche appliquée d'Occitanie)

LA TAPY : Station de recherche appliquée sur la cerise et le raisin de table
CARPENTRAS-SERRES (84)

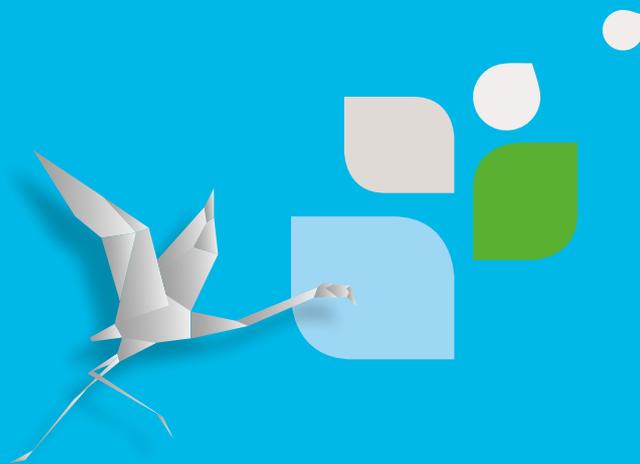
Ce mémento a été réalisé par BRL avec la participation de la Chambre Régionale
et des Chambres Départementales d'Agriculture.



Il a bénéficié d'un financement de la Région Occitanie / Pyrénées-Méditerranée
et de l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse.



Mise à jour Mars 2019



1105, avenue Pierre Mendès France
BP 94001
30 001 Nîmes Cedex 5

Tél. 04 66 87 50 00
Fax 04 66 84 25 63
courriel : brl@brl.fr



www.brl.fr

BRL - Société Anonyme d'Économie Mixte Locale
au capital de 29 588 779,48 euros
Siret 550.200.661.000.19 RCS Nîmes B.550 200 661

BRL