

GUIDE PRATIQUE

MAÎTRISER L'IRRIGATION
EN MARAÎCHAGE DIVERSIFIÉ
**pour une gestion
efficace de l'eau**



réseau
**GAB • FRAB
BRETAGNE**

ÉDITORIAL

Avec la terre, le soleil et l'air, l'eau fait partie des éléments de base pour toute vie végétale ; un bon équilibre de chacun de ces éléments, cumulé au savoir-faire et à la technicité humaine, permet une production en quantité et en qualité.

L'observation régulière de son sol, l'adaptation au climat, la connaissance des besoins des cultures et l'utilisation d'un équipement fonctionnel permet d'appliquer une irrigation de qualité.

Cher(e)s collègues maraîcher(e)s, ce document s'adresse à vous, pour vous guider dans vos choix d'installation d'équipements d'irrigation, dans leur utilisation et leur entretien au fil des saisons. Bien connaître et maîtriser son système d'irrigation vous permettra de répondre en temps voulu aux besoins des cultures, par rapport à vos objectifs de production, mais également en fonction de la disponibilité en eau, ce bien commun qui n'est pas intarissable.

Les informations que vous en tirerez pourront vous aider à bien dimensionner votre système d'irrigation en fonction de vos besoins et contraintes. Elles vous serviront à optimiser son utilisation en effectuant des vérifications régulières avec l'aide de quelques connaissances et équipements simples à mettre en place. Enfin, elles vous permettront de mieux gérer la ressource en eau tout en respectant l'environnement et les réglementations.

Bonne lecture à toutes et tous.

Yves Jardin
Maraîcher bio
Ferme de Kerhors
Plumelec 56

Éditeur :

Fédération Régionale des Agrobiologistes de Bretagne (FRAB)

29 avenue des Peupliers
35 510 CESSON-SÉVIGNÉ

T. 02 99 77 32 34

M. frab@agrobio-bretagne.org

Directeur de publication :

Fabien TIGEOT, président de la FRAB

Comité de rédaction et de relecture :

- Jérémy Bellanger - Agrobio35 (contributeur)
- Malo Jestin-Fagon - GAB29 (contributeur)
- Maëla Peden - GAB56 (contributeur)
- Lucie Drogou - GAB22 (contributeur)
- Amandine Deboisse - GAB72 (contributeur)
- Luc Lacombe - GAB44 (contributeur)
- Clémentine Fayol - FRAB (coordinatrice de publication)

Création, conception graphique, illustrations et iconographie :

www.atelierdoppio.fr

Photographies : Matthieu Chanel / FRAB sauf mentions contraires

Impression : Imprimé en 2024, sur papier PEFC, par Edicolor Print

ISBN : 978-2-915631-61-6

Toute reproduction totale ou partielle est interdite sans l'accord de la FRAB

Pour aller plus loin :

Nos guides et recueils de pratiques :

■ Maraîchage diversifié biologique

→ *Vers une approche globale du désherbage en agriculture biologique* sur les fermes maraîchères diversifiées (2015)

→ *Guide variétal légumes bio Grand Ouest.*

■ Sols et agronomie

→ *Les 10 erreurs à ne pas commettre avec mon sol*

→ *Adapter ses pratiques à la nature de son sol* : application de la méthode Hérody aux sols agricoles bretons

Nos fiches techniques :

→ *Près de 50 fiches techniques en fruits et légumes bio* : itinéraires culturaux, protection des cultures, installation, organisation du travail, production de plants ou encore gestion des abris, etc.

A consulter en ligne :

et à commander version papier auprès de la FRAB.



Symbiose,
le mensuel des
agrobiologistes
de Bretagne

**Le taupin
du maraîcher**



Abonnez-vous !

Rappels agronomiques

Ils soutiennent la bio :



Sous serre ou en plein champ, le pilotage de l'irrigation est déterminant pour la réussite d'une culture de légumes. C'est un facteur limitant par excès ou par manque dont les impacts se répercutent à différentes échelles : du milieu (lessivage) à la ferme (efficacité économique).

a. Tenir compte des caractéristiques agronomiques de son sol

Les caractéristiques agronomiques d'un sol jouent un rôle déterminant sur ses propriétés hydriques, dont sa capacité à retenir l'eau et la rendre disponible pour les plantes. L'impact de l'irrigation sur la santé des plantes est important et toute intervention doit être réalisée dans les meilleures conditions possibles.

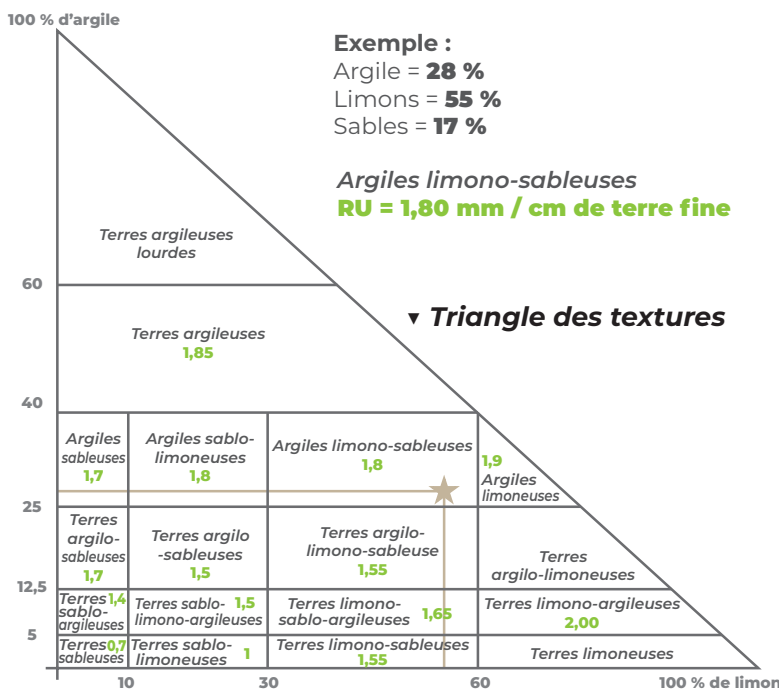
1. Texture du sol et réserve utile

La réserve utile d'un sol (RU) correspond à sa capacité de rétention, c'est-à-dire au volume d'eau que le sol peut absorber. Elle dépend de la nature du sol et est influencée par la texture (proportion des éléments sableux, limoneux et argileux), la présence d'éléments grossiers (cailloux, graviers), la structure du sol ou encore la teneur en matière organique. La réserve utile d'un sol est exprimée en mm par cm de terre fine.

Selon la texture, la RU varie et donne des caractéristiques agronomiques spécifiques.

Exemple :
Argile = **28 %**
Limons = **55 %**
Sables = **17 %**

Argiles limono-sableuses
RU = 1,80 mm / cm de terre fine



Un sol sableux retient peu l'eau (RU de 0.7-1.5 mm/cm) et est donc très drainant alors qu'un sol argilo-limoneux va retenir davantage l'eau (RU de 1.7-2 mm/cm). Un sol à dominance limoneuse se trouve entre les deux.

Pour le calcul de la RU, seule la terre fine (diamètre < 28 mm) est prise en compte, car c'est le volume de terre qui retient l'eau. Les éléments grossiers quant à eux ont un effet filtrant. Si un sol contient 50 % de cailloux, la réserve utile est divisée par 2.

Plus la RU d'un sol est faible plus les apports (eau, fertilisation) doivent être fractionnés. C'est le cas des sols à dominance sableuse et limoneuse.

2. Impact de la structure du sol

La structure du sol est aussi déterminante. Un sol compacté, qui présente peu ou pas de porosité retient mal l'eau. De même, un sol contenant une porosité trop grossière (galeries de rongeurs) perd en pouvoir de rétention. C'est la micro-porosité (10 à 60 µm) qui joue le plus sur la rétention en eau.

Par ailleurs cette eau se doit d'être accessible pour les plantes. Un sol avec une semelle de compaction importante présente une barrière physique ne permettant ni une bonne infiltration de l'eau ni une bonne prospection racinaire.

La présence de matière organique augmente la RU d'un sol en améliorant sa capacité de rétention. Attention toutefois à raisonner les apports de matières organiques par rapport au fonctionnement global du sol.

3. Notion de réserve facilement utilisable

Les plantes ne peuvent pas extraire toute l'eau du sol car la capacité de succion des racines dépend du type de sol et de l'enracinement. Ainsi, les plantes n'utilisent qu'une partie de la réserve utile (RU) : on parle de réserve facilement utilisable (RFU). Plus les racines sont profondes et ramifiées, plus la RFU est élevée.

Tableau RFU selon type sol

	COMPOSITION			RFU EN MM SUIVANT ENRACINEMENT		
	ARGILE	LIMON	SABLE	20 cm	30 cm	50 cm
Sable limoneux	5	30	65	12	20	35
Limono sableux	5	60	35	15	25	45
Limono argilo sableux	15	60	25	20	30	50
Argilo limono sableux	25	30	45	25	35	90

b. Physiologie végétale et besoins des plantes

Pour atteindre les objectifs de production, une culture doit être dans des conditions hydriques optimales. Pour ce faire, il convient d'estimer le stock d'eau et la capacité de stockage du sol d'une part et les besoins en eau d'autre part.

1. Les conditions climatiques

La consommation en eau des cultures dépend du climat : température, humidité de l'air, vent et ensoleillement. Ces données météorologiques permettent de quantifier l'évaporation du sol et la transpiration des plantes que l'on désigne par l'ETP (évapotranspiration potentielle) exprimée en millimètre par jour. Données météo et ETP sont mis à disposition par les services météo agricoles sur leurs sites respectifs (ex : Pleinchamp.com, agrométéo.fr...).

L'ETP sous serre quant à lui, noté ETPs, dépend des matériaux de couverture, qui impactent le rayonnement. On estime l'ETPs à 80 % de l'ETP en plein champ notamment en raison de l'absence de vent.

2. La culture et son stade végétatif

Chaque production a ses besoins en eau spécifiques et ceux-ci évoluent tout au long du cycle cultural. Un coefficient cultural Kc est défini pour chaque culture et chaque phase de son développement végétatif. Un tableau des Kc pour quelques espèces est disponible en annexe de ce guide.

La demande en eau des plantes est estimée à partir de la mesure d'évapotranspiration potentielle (ETP) et d'un coefficient de culture (Kc).

Pour estimer les besoins des cultures à un instant précis c'est l'évapotranspiration réelle (ETR) qui est utilisée :

$$ETR = Kc \times ETP.$$

c. Gestion de l'eau et santé des plantes

L'irrigation répond aux besoins des cultures, mais a aussi un impact sur les bioagresseurs, les auxiliaires des cultures, les pollinisateurs ou encore la faune et les microorganismes du sol. Elle s'intègre donc dans la stratégie de gestion de la santé des plantes.

En maraîchage, l'hygrométrie, ou humidité relative HR (eau présente dans l'atmosphère) combinée à la température, va impacter le développement des cultures. Un facteur amplifié sous serre du fait des interventions de gestion climatique. De manière générale en maraîchage, il faut cibler la plage intermédiaire 40 à 80 % d'HR pour soutenir le développement végétatif, la pollinisation et l'activité des auxiliaires.

Quelques exemples concrets :

En conditions chaudes et sèches (HR < 40 %) la pression de ravageurs tels que les thrips et les acariens sera favorisée. Dans ce cas, la **réalisation de bassinages** (micro aspersion de 3-4 mm à fréquences rapprochées selon la pression et les conditions) permet de réguler l'hygrométrie et la température de l'outil.

A l'inverse, **en conditions humides et douces (HR > 80 %) le développement de maladies cryptogamiques telles que les mildious et le botrytis sera favorisé.** Dans ce cas, la stratégie va plutôt cibler une **aération de la culture** via l'ouverture des abris de façon à chasser l'humidité ambiante et ainsi réguler l'hygrométrie et la température. Ces interventions visent à créer des conditions défavorables au développement de ces bioagresseurs.

En plus des impacts au niveau atmosphérique, l'irrigation va également intervenir sur la santé des plantes par l'entrée agronomique :

- Le goutte-à-goutte localise les apports au niveau des racines et évite de mouiller le feuillage limitant ainsi le développement de maladies cryptogamiques. Le goutte-à-goutte est à privilégier sur les cultures d'été, gamme de légumes qui y sont sensibles (cucurbitacées et solanacées).
- L'aspersion quant à elle sera privilégiée sur les cultures d'hiver et semées ou en conditions nécessitant le déclenchement (été chaud et sec par exemple).
- Pour favoriser les populations microbiennes et ainsi relancer l'activité biologique du sol, il convient d'assurer une humidité suffisante. La réalisation du plein d'eau, opération qui vise à déclencher une ou plusieurs phases d'aspersion 1 ou 2 jours avant la toute nouvelle implantation, s'avère nécessaire. Il permet par ailleurs une meilleure reprise des plantes ou levée.

L'impact de l'irrigation est significatif sur la santé des plantes. Il peut de ce fait être un facteur de stress important. Les échanges entre pairs, au sein d'un groupe ou via les temps collectifs proposés par le réseau GAB-FRAB peuvent aider à se rassurer et à ajuster ses choix techniques en termes de pilotage de l'irrigation.



▲ Stress hydrique © INRAE

Réseau d'irrigation et dimensionnement

Ils soutiennent la bio :



Cette fiche a pour objectif de donner une vision d'ensemble d'un système d'irrigation. Elle n'a pas vocation à détailler les différents matériels existants. Pour avoir des informations plus précises, vous pouvez vous référer aux fiches l'eau fertile du CRIIAM Sud (ex-Ardepi).

a. La source d'approvisionnement

Si le choix de la source d'approvisionnement dépend en grande partie du contexte géographique, climatique et réglementaire de la ferme, le dimensionnement de l'ouvrage et des installations dépend de ses besoins.

1. Un forage ou un puits

Ils permettent l'approvisionnement d'une eau jugée plus propre, mais selon leur débit, ils ne suffisent pas toujours à alimenter en direct le réseau d'irrigation. Le débit peut être estimé en amont par un bureau d'étude spécialisé ou un sourcier, mais les erreurs sont fréquentes et le débit réel ne sera fixé qu'une fois l'ouvrage réalisé.

Repère : pour un débit au forage ou puits relevé inférieur à 10 m³/h, il est nécessaire d'envisager un bassin tampon. Au-dessus de 10 m³/h, la question se pose en fonction du dimensionnement de votre ferme et du calcul de votre débit de pointe.

2. Une réserve d'eau superficielle

Un plan d'eau, un étang ou une réserve collinaire sont des réserves d'eau superficielle intéressantes, à condition qu'elles soient bien entretenues. L'eau y est souvent de moins bonne qualité (sédiments et micro-organismes).

En Bretagne, les sols sont rarement suffisamment imperméables pour pouvoir se passer d'étanchéité. Citernes et poches souples sont des alternatives pour des petits stockages. Les récupérations d'eau de pluie sont à réfléchir sur les fermes ayant des surfaces de bâtiments et abris.



→ Selon la réglementation en vigueur sur votre territoire, il peut être interdit de prélever dans votre forage ou votre réseau d'eau superficielle en période d'étiage (entre le 1er avril et le 31 octobre), et ce qu'importe le débit de votre ouvrage. En cas de sécheresse ces interdictions peuvent être élargies. Dans ces cas, la création d'un bassin de stockage étanche est à envisager.

b. Réaliser un bassin de reprise ou de stockage ?

Que vous soyez en récupération d'eau de pluie, ou si le débit de votre forage/puits est insuffisant, vous devrez réaliser un bassin d'irrigation.

Plusieurs points sont à prendre en compte pour ce chantier :

- **La localisation** : essayer d'être à proximité des bâtiments et des abris pour faciliter la récupération d'eau de pluie mais également pour raccorder facilement l'électricité pour le pompage. En cas de relief marqué sur la ferme : un bassin réalisé sur un point haut facilitera l'irrigation. Mais la récupération des eaux pluviales en contrebas nécessitera un poste de relevage pour renvoyer l'eau dans le bassin. A l'inverse, un bassin en contrebas facilitera la récupération d'eau de pluie mais demandera de dimensionner la pompe pour remonter l'eau jusqu'aux parcelles.
- **Le volume** : le volume dépend de 2 principaux facteurs : le besoin en eau de votre ferme (à surdimensionner pour anticiper de futures évolutions et des années sèches) et votre source d'approvisionnement en eau (surface de récupération, périodes de restriction de prélèvement).
- **L'emprise au sol** : au-delà de 1000 m² de miroir d'eau une déclaration en DDTM sera obligatoire. Utiliser la terre extraite pour remonter le niveau des bords du bassin permet de gagner un peu de volume.
- **L'étanchéité du bassin** est essentielle pour limiter les pertes en eau et parfois rendue obligatoire. La technique la plus efficace



▲ Réserve d'eau superficielle

mais aussi la plus coûteuse est la mise en place de bâche géotextile. Attention à la forme du bassin. L'imperméabilisation par des argiles est aussi possible mais ne montre pas toujours de bons résultats. Les bâches d'ensilage ne sont pas une solution durable.

→ **L'évaporation** peut représenter des pertes d'eau importantes en été et période venteuse. Planter des brises-vents (haies ou filets) autour du bassin, mettre un voile d'ombrage ou une couverture sur le bassin peut faire partie des solutions.



→ En Bretagne, pour 1 ha cultivé en maraîchage diversifié avec 30 % d'abris, on considère que le besoin en eau en année sèche est d'environ 2000 m³ sur l'année.

c. Le réseau primaire

Le réseau primaire est constitué de toutes les parties allant de la ressource jusqu'à la répartition parcellaire.

1. La pompe

Une pompe se caractérise par sa capacité à fournir un débit et une pression. Les deux données sont importantes !

Tout matériel d'irrigation (goutte-à-goutte, asperseur, enrouleur...) dispose d'une plage de pression de fonctionnement mini et maxi.

Or, pour aller de la ressource en eau jusqu'à la parcelle, la pression va varier en fonction du dénivelé et des pertes de charge.

2. Les pertes de charge

Elles représentent une perte de pression engendrée par le frottement de l'eau contre les parois des conduites et lors du passage dans les différents éléments du réseau.

Il est indispensable de les anticiper et de les calculer avant le choix de la pompe ! Il y a 2 types de pertes de charge :

→ **Les pertes de charge linéaires, liées au frottement de l'eau dans les conduites.** Ces pertes sont proportionnelles à la longueur du tuyau, la vitesse de l'eau et le débit pour un diamètre de tuyau donné (plus le débit est important alors que le diamètre est petit, plus les pertes de charge seront élevées). Elles se calculent à l'aide d'abaques.

→ **Les pertes de charge singulière, correspondent aux éléments du réseau** (filtration, vannes...) et sont généralement estimées à 10 % des pertes de charge linéaires.

Le besoin en pression de la pompe sera déterminé par : le dénivelé entre la ressource en eau et la parcelle + des pertes de pression dans l'installation + la pression nécessaire pour faire fonctionner le matériel (exprimée en bars ou mètres de hauteur d'eau).

Le débit de fonctionnement d'une pompe s'exprime en m³/h ou l/s. Il est imposé par le

besoin en débit du matériel à la parcelle, qu'on appelle aussi le débit de pointe.

Le débit de pointe est déterminé par :

le besoin maximal des cultures x la surface à irriguer

le temps d'irrigation

Exemple : pour une surface totale de 2 ha irrigables, un besoin maximal des cultures estimé à 50 m³/ha/j et un temps d'irrigation estimé à 10 h/j au maximum, on obtient :

$$\text{Débit de pointe} = (2 \times 50) / 10 = 10 \text{ m}^3/\text{h}$$

Chaque pompe est caractérisée par une courbe de pompe qui présente un débit nominal, débit auquel le rendement énergétique de la pompe est maximal. A chaque débit correspond une pression en sortie de pompe.

Plus le débit requis augmente, plus la pression à la sortie diminue. Sans variateur, on peut utiliser une pompe dans une plage de +/- 30 % de son débit nominal. Si le débit demandé est trop important, il y a un risque de cavitation (formation et éclatement de bulles de vapeur). D'autre part, si la pression demandée est trop faible, il y a un risque d'usure prématurée du réseau.



→ La pompe du forage ou du puits ne doit jamais avoir un débit supérieur au débit de l'ouvrage, sous peine de l'assécher et d'impacter son intégrité structurelle. Si le débit du forage est insuffisant pour alimenter correctement le système d'irrigation, prévoir un bassin de reprise, aussi appelé bassin tampon. Dans le cas d'un débit suffisant pour alimenter directement votre réseau, il est essentiel que votre pompe de forage soit installée par le fournisseur d'irrigation et non par le foreur, afin que votre pompe corresponde à votre débit de pointe et à vos besoins.

3. Le variateur de vitesse

Sans variateur de vitesse, une pompe tourne toujours au même « régime » quel que soit le débit demandé. Comme son nom l'indique, il permet de faire varier la vitesse du moteur de la pompe en fonction du débit demandé/nécessaire, tout en conservant une pression constante. Le variateur pourra permettre d'obtenir un débit inférieur au régime initial de la pompe, mais ne pourra jamais monter au-delà.

Le variateur de vitesse protège la pompe. Il permet un démarrage progressif quand on ouvre une vanne, évitant les « coups de bélier ». Ceci est d'autant plus important quand l'irrigation est automatisée, avec plusieurs petits arrosages dans une journée.



→ Préférer un variateur de vitesse indépendant de la pompe car si le variateur est intégré à la pompe et que l'un ou l'autre a un problème technique, il faudra changer l'ensemble.

4. Le ballon surpresseur ou réservoir à vessie

Autre élément de sécurité d'un système d'irrigation, il s'agit d'un ballon partiellement rempli d'air, installé en dérivation sur le réseau d'irrigation et équipé d'un manomètre et d'un pressostat (interrupteur électrique commandé par une plage de pression mini et maxi au sein du réseau). Le ballon se remplit d'eau lorsque la pompe se met en route, comprimant l'air qu'il contient, jusqu'à la pression requise. Le pressostat du ballon coupe alors l'alimentation électrique de la pompe. Celle-ci ne se remettra en route que lorsque la pression aura suffisamment diminué dans le réseau à l'ouverture d'une vanne. Il permet, lors de puisages de faibles volumes ou en cas de fuite sur le réseau, de limiter le nombre de démarrages et d'arrêts de la pompe. Il est également en capacité d'absorber une onde de choc au besoin : c'est le système antibelier le plus efficace pour protéger la pompe sans variateur.

5. Les filtres

Une crépine en amont de la pompe est indispensable pour la protéger d'éventuels corps étrangers à l'aspiration. Une maille de 5 mm est généralement suffisante. Plus elle est fine, plus elle risque de se colmater. La filtration de votre eau d'irrigation est essentielle pour éviter que des particules plus ou moins fines (sable, algues, ...) ne rentrent dans votre réseau et colmatent votre équipement. Le type et degré de filtration va dépendre de la propreté de votre eau de départ et du système d'irrigation en aval (type de buses, goutte-à-goutte).

- Une eau « chargée » (étang, bassin) et des gaines de goutte-à-goutte ont besoin d'une filtration importante pouvant cumuler 2 systèmes différents en série : filtre à sable puis un filtre plus fin, à tamis ou à disques.
- Une eau propre (forage), les micro et mini-asperseurs peuvent se contenter d'une filtration plus faible : filtre à tamis.

Plus le filtre est petit et sa maille fine, plus il va se boucher rapidement et devra être nettoyé régulièrement. Il est possible d'avoir un premier filtre au départ du réseau d'irrigation puis de mettre des filtres à maille plus fine

en entrée de parcelle, avant la distribution du goutte-à-goutte par exemple.

Pour le choix de la taille de filtration, se référer à la partie sur le matériel de distribution.

Les filtres nécessitent des opérations d'entretien régulières (cf. Fiche « Entretien et diagnostiquer son système d'irrigation »)



→ Attention aux eaux ferrugineuses, qui demandent un processus de déferrisation spécifique avant d'aller dans le réseau. Se renseigner auprès de votre fournisseur et/ou d'un technicien irrigation.

6. Les canalisations

On choisit les conduites en fonction de 3 critères :

- Le matériau (PVC ou PET).
- La pression de service. Pour des réseaux enterrés, prévoir une pression de service de 6 bars minimum.
- Le diamètre de la conduite. Il dépend du débit qui va y transiter, de la longueur de la conduite et des pertes de charges qui vont en résulter.

Pour les conduites enterrées, prévoir une profondeur d'au moins 80 cm par rapport au niveau supérieur des conduites.

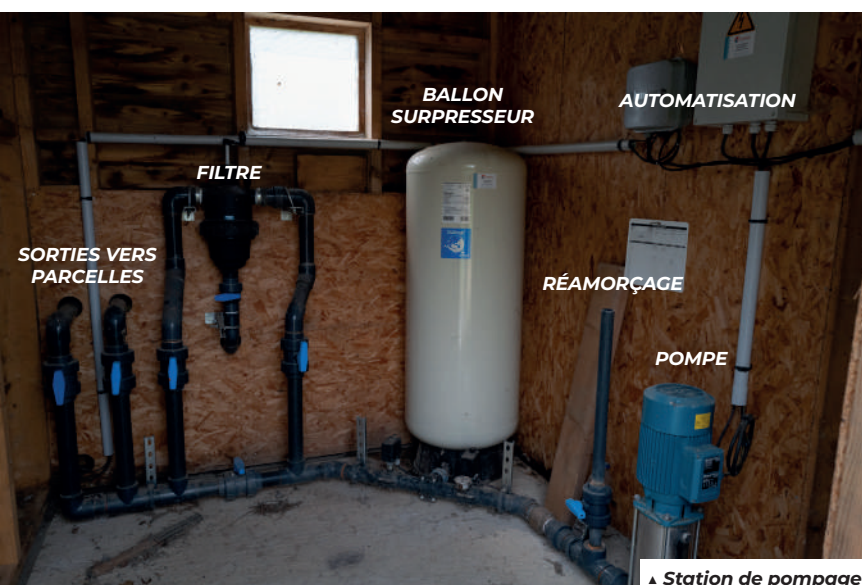
On choisira un diamètre plus important, pour minimiser les pertes de charge, si :

- La pression en entrée de réseau est faible.
- La longueur du réseau est importante.
- La topographie du réseau le justifie (cas d'une pente montante : on perd 1 bar de pression pour 10 m de dénivelé positif).

Il est recommandé de ne pas sous-dimensionner une canalisation enterrée pour faciliter toute évolution du système et des besoins. Un bon compromis économique, dans le respect des règles d'hydraulique, permet en général d'accepter des pertes de charge proches de 0,3 bar/100 m de conduite.



→ Garder un plan précis (idéalement avec photos) et utiliser un filet avertisseur pour le réseau enterré. Purger le réseau et « surtout » tester l'étanchéité avant de reboucher définitivement la tranchée.



▲ Station de pompage



▲ Arrivée d'irrigation sous serre



▲ Sortie d'irrigation en plein champ

7. Les vannes

Les choix de l'emplacement et du type de vannes sont importants sur un réseau. Cela permet :

- D'isoler certaines parties quand cela est nécessaire.
- De maîtriser la vitesse de remplissage lors de la mise en eau.
- De vidanger les circuits.

Il existe différents types de vannes. Les plus courantes sont les vannes $\frac{1}{4}$ de tour. Elles sont à manoeuvrer délicatement pour chasser l'air à l'ouverture, et limiter les à-coups à la fermeture. En hiver, une fois le réseau vidangé, les ouvrir à moitié (et non pas entièrement) pour éviter les risques de casse à cause du gel.

Pour automatiser l'irrigation, les vannes les plus couramment utilisées sont les électrovannes. Elles sont programmables individuellement ou grâce à un programmeur qui en regroupe plusieurs.



→ Diviser votre réseau d'irrigation en « secteurs » avec des vannes permet de n'arroser que certains secteurs en cas de débit de pompe limité, d'isoler certains tronçons pour localiser plus rapidement les fuites, ou d'anticiper d'éventuelles augmentations du réseau.

8. Les réducteurs/régulateurs de pression

Les régulateurs de pression permettent de réduire la pression en aval du réseau, afin par exemple d'alimenter du goutte-à-goutte.

Il existe des modèles « pré-calibrés » disponibles pour une pression donnée ou des modèles réglables sur une certaine plage de pression.

Un régulateur peut au mieux diminuer de 3 fois la pression qu'il a en entrée. Si la pression ciblée de sortie est de 2 bars, il ne faut pas plus de 6 bars en entrée.



→ Attention : les régulateurs perdent de leur efficacité avec le temps. Pensez à les contrôler régulièrement à l'aide d'un manomètre.

Le matériel de distribution (Réseau secondaire)

Ils soutiennent la bio :



Sur quels critères choisir son matériel ?

Le choix de son matériel d'irrigation dépend de nombreux critères qu'il est parfois difficile de concilier et reste souvent propre à chacun. Il est cependant nécessaire d'avoir à l'esprit les critères suivants :

- La simplicité de mise en place et d'utilisation du système
- La fiabilité du système
- L'homogénéité des apports
- Les besoins en maintenance, la résistance à l'usure
- La possibilité d'automatisation
- Le coût du matériel
- Le système de culture envisagé
- L'origine de la ressource en eau (quantité et qualité)
- Les économies d'eau

Chaque type de matériel présente des avantages et des inconvénients, nous allons en détailler une partie ici.

A noter : les pluviométries ou débits indiqués par les fournisseurs d'irrigation pour le matériel sont donnés pour une pression optimale spécifique. Si votre pression ne correspond pas à celle indiquée, la pluviométrie du matériel différera, d'où l'importance de diagnostiquer votre réseau. (cf. fiche « Entretien et diagnostiquer son système d'irrigation »).

1. L'enrouleur

Il présente l'avantage de pouvoir être positionné ponctuellement dans une parcelle, de ne pas gêner les binages mais il doit être repositionné à chaque arrosage. Il est intéressant pour des grandes surfaces cultivées d'une même culture. On évitera son utilisation à l'occasion des semis à cause de la forte battance. La qualité de l'irrigation est liée à la qualité du canon et à la pression au niveau de celui-ci.

Le choix du modèle d'enrouleur sera fonction :

- des besoins en irrigation sur la période la plus critique et des potentielles périodes de restriction pour déterminer le débit nécessaire,
- de la taille de la parcelle pour déterminer la longueur et le diamètre du flexible.

Pour obtenir la pression optimale du canon, il faut prévoir une pression supérieure de 2 à 3 bars à la borne pour palier la perte de pression dans l'enrouleur.



→ Un enrouleur électro-piloté permet une vitesse d'avancement de celui-ci plus régulière et donc une meilleure homogénéité d'irrigation.

2. L'irrigation par couverture intégrale

Il s'agit d'un maillage régulier d'asperseurs, reliés en lignes par un réseau enterré (fixe) ou au sol (mobile) de tuyaux semi-rigides. Il se caractérise par :

- Son maillage (distance entre 2 lignes et 2 asperseurs),
- Un besoin en pression de fonctionnement assez élevé (4-5 bars).

Pour assurer le bon fonctionnement d'une couverture intégrale, il faut :

- Une pression adaptée au dispositif et au modèle d'asperseurs en début de rampe,
- respecter le nombre maximum d'asperseurs par rampe.



→ Pour rappel : 1 mm de précipitation = 1 L/m² = 10 m³/ha.



▲ Enrouleur © Matthieu Chanel

Avoir le bon maillage et connaître la pluviométrie qui en découle est la clé du bon fonctionnement d'un système en couverture intégrale !

Maillage, pluviométrie, durée d'irrigation, à quoi ça correspond ?

Maillage = écartement entre 2 asperseurs sur la ligne écartement entre 2 lignes

Pluviométrie horaire

$$\left(\frac{\text{mm}}{\text{h}}\right) = \frac{\text{débit des asperseurs } \left(\frac{\text{l}}{\text{h}}\right)}{\text{maillage } (\text{m}^2)}$$

Durée d'irrigation

$$(\text{h}) = \frac{\text{dose à apporter } (\text{mm})}{\text{Pluviométrie } \left(\frac{\text{mm}}{\text{h}}\right)}$$

A savoir :

- Sur un dispositif avec plusieurs lignes côte à côte, les asperseurs doivent se recouper sur au moins 1/3 de leur rayon d'aspersion pour avoir une irrigation homogène,
- Le dispositif tolère **10 % de différence de débit entre l'asperseur qui a le plus de débit et celui qui en a le moins** (ce qui correspond couramment à une différence de pression de 20 %). De plus, pour s'assurer une distribution régulière, la variation de pression d'un bout à l'autre de la rampe ne doit pas dépasser 0,5 bar,
- En maraîchage, il est **recommandé de choisir un matériel avec une pluviométrie inférieure à 10 mm/h**,
- Les maillages préconisés dans les fiches techniques des constructeurs sont souvent associés à des pluviométries élevées. Il est donc important de recalculer son maillage par rapport à la pluviométrie ciblée.

Ce type de système est plus adapté à des parcelles comprenant plusieurs lignes et permettant un recouvrement. Pour les petits blocs ne comportant qu'une ou deux lignes, réduisez les distances entre lignes et asperseurs de presque moitié afin d'obtenir une couverture suffisante.



▲ Ligne d'asperseurs © Matthieu Chanel

Pour les bords de parcelle, on peut envisager des asperseurs sectoriels pour éviter d'arroser en dehors de la parcelle.



→ Vent : aucun matériel d'aspersion ne fonctionne correctement à des vents supérieurs à 28 km/h.

3. Asperseurs à batteurs

Ils sont robustes, de grande portée et permettent d'irriguer de grandes surfaces. Ils ont une pluviométrie plutôt forte, même s'il existe des buses de différents diamètres permettant d'adapter le débit. Ils sont donc généralement déconseillés sur les cultures fragiles et les sols battants.

La particularité des asperseurs à batteur est d'être disponibles en mono-buse ou double-buses. Les double-buses ont une meilleure homogénéité, mais consomment + 30 à 40 % en débit.

4. Mini aspersion

Sa pluviométrie est plus fine, adaptée aux cultures sensibles. Le maillage plus resserré permet un meilleur comportement en conditions légèrement ventées.

Il existe des buses avec des débits différents et identifiés par un code couleur. La majorité des modèles irriguent à 360 °.

Il est possible d'ajouter un déflecteur permettant de bloquer une partie du rayon d'aspersion. Cela rajoute un coût mais permet de ne pas irriguer les zones non cultivées et/ou les blocs adjacents, cependant cela peut entraîner une perte d'eau.

5. Micro aspersion

Sous abris, la bonne qualité d'une micro-aspersion dépend :

- Des dimensions de l'abri
- Du choix du matériel en fonction de la pluviométrie désirée
- Du maillage
- De la hauteur des asperseurs
- De la pression au niveau de chaque asperseur

La pluviométrie idéale est comprise entre 5 et 10 mm/h (5 mm/h idéalement pour les semis).

Calcul de la pluviométrie

$$\left(\frac{\text{mm}}{\text{h}}\right) = \frac{\text{nbre de rampes} \times \text{débit d'un asperseur } \left(\frac{\text{l}}{\text{h}}\right)}{\text{largeur de la serre } (\text{m}) \times \text{écartement des asperseurs } (\text{m})}$$

La pression en entrée de ligne doit généralement être comprise entre 2 et 3 bars pour atteindre la pression de fonctionnement optimale des asperseurs qui est souvent de 2 bars.



▲ **Asperseur pendulaire**
© **Matthieu Chanel**

Comme pour les lignes d'asperseurs en plein champ, la variation de débit sur la rampe ne doit pas excéder 10 %.

La hauteur du micro-asperseur dépend du type de tunnel :

- Sur tunnel à bord rond et si souhait de cultiver toute la surface, la hauteur doit être à 1,4 m. Cela nécessitera donc de remonter les asperseurs à chaque passage de tracteur.
- Sur tunnel à bord droit : la hauteur optimale est de 1,6 m. Sur des tunnels hauts et bien droits, il est possible de les mettre plus haut, mais cela rendra plus difficile l'entretien et le changement des buses.



→ Ne pas trop resserrer les rampes. Un espacement trop faible entre les rampes provoque des zones sous irriguées en bord de tunnel.

- Les dispositifs anti goutte ou purges de fin de ligne permettent d'éviter que l'asperseur ne goutte en fin d'arrosage et crée des flaques.
- Les micro-asperseurs sont sensibles au colmatage prévoir une filtration de 200 microns.

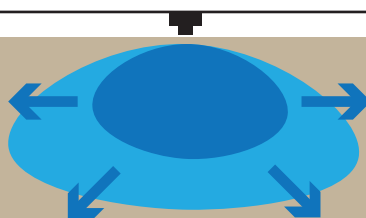
6. Goutte-à-goutte

Utilisé principalement sous abris, le goutte-à-goutte est également installé en plein champ, principalement sur des cultures paillées, pour des questions d'économie d'eau ou des raisons sanitaires sur cultures sensibles. Nous allons ici nous focaliser sur les systèmes de goutte-à-goutte à goutteur intégré. En effet, les sys-

Sol sableux
Diffusion en profondeur de l'eau



Sol argileux
Forte diffusion latérale de l'eau



▲ **Diffusion de l'eau sous les goutteurs selon la nature du sol** © **Matthieu Chanel**

tèmes de goutte-à-goutte avec capillaires sont peu utilisés sur les fermes maraîchères diversifiées car longs à installer et plus sujets aux dégradations (capillaire coupé, arraché...).

Le système de goutte-à-goutte fonctionne avec un faible débit et pression, et est sensible au colmatage. Il nécessite une filtration performante (130 microns).

Le dimensionnement des gaines de goutte-à-goutte dépend en grande partie de la nature du sol.

- Sur sol sableux et filtrant, le débit par goutteur ne devra jamais dépasser 1 l/h. Les goutteurs doivent être rapprochés au maximum, à savoir 20 cm d'écartement.
- Plus le sol est lourd, argileux, plus il est possible de se diriger vers des débits de 1,5 l/h, voir 2 l/h au maximum. L'écartement entre goutteurs conseillé est de 30 cm pour du 1,5 l/h, et 40 cm pour du 2 l/h.

Les goutteurs peuvent être :

- Non autorégulants, leur débit varie en fonction de la pression, à éviter pour les lignes longues (+ de 30 m) et/ou avec du dénivelé.
- Autorégulants, leur débit reste constant dans une plage de pression définie par le constructeur (souvent entre 1 et 4 bars).

Si le réseau est sujet à des variations de pression, il est conseillé de privilégier les goutteurs autorégulants. Positionner les lignes de goutteurs à 20 cm de la plante pour éviter que les racines ne soient dans la zone saturée en eau. Installer 2 lignes de goutte-à-goutte par planche permet une meilleure homogénéité de l'irrigation. Attention à bien calculer la pluviométrie pour éviter les sur-irrigations.

L'automatisation est facilement réalisable en goutte-à-goutte car le système est fixe sur une culture. Il permet de fractionner les apports et ainsi les adapter au mieux en fonction du type de sol et des besoins de la culture.

Pluviométrie

$$\left(\frac{\text{mm}}{\text{h}}\right) = \frac{\text{débit d'un goutteur } \left(\frac{\text{l}}{\text{h}}\right)}{\text{maillage } (\text{m} \times \text{m})}$$

Maillage = écartement entre 2 goutteurs x écartement moyen entre 2 lignes



▲ **Diffusion de l'eau au niveau des goutteurs** © **Matthieu Chanel**



→ Par défaut, poser les lignes de goutte-à-goutte avec les goutteurs vers le haut pour éviter que des impuretés ne bouchent les goutteurs.

- En cas de paillage absorbant type paille, Géochanvre, voire même toile tissée, mettre les goutteurs vers le bas pour éviter que l'eau soit absorbé par le paillage.
- Dans le cas de l'utilisation d'un paillage organique, mettre le goutte-à-goutte sous le paillage pour limiter la quantité d'eau absorbée par le paillage.
- Sur une parcelle en pente, alimenter les rampes par le haut pour compenser les pertes de pression.

Bon à savoir

Le goutte-à-goutte en plein champ se développe essentiellement sur des cultures paillées en raison de difficulté de désherbage mécanique avec des lignes de goutteurs, mais des essais sont en cours sur du désherbage mécanique avec des gaines enterrées ou semi-enterrées.

7. Bien dimensionner son réseau : astuces et bon sens paysan

Concevez un réseau évolutif et intelligent :

- Surdimensionnez les éléments enterrés et qui ne sont pas faciles à changer (tant au niveau pratique que financier) : pompe, filtration, bassin...

- Sectorisez votre réseau secondaire à l'aide de vannes, pour bénéficier d'une grande souplesse dans vos irrigations et les changements futurs.
- Prévoyez dès l'installation du système la mise en place d'éléments de contrôle et d'entretien : compteurs, manomètres, zones de purge...
- Faites vos calculs sur la base d'un « scénario catastrophe » (année sèche avec six mois sans eau), puis ajustez selon les devis et votre budget.

Bien réfléchir ses besoins en amont et bien choisir son matériel et ses prestataires :

- Demandez devis et conseils à plusieurs fournisseurs.
- Interrogez les maraîchers.ères voisins.es sur leurs retours d'expériences, astuces, ...
- Demandez l'avis d'un.e technicien.ne maraîchage sur le calcul de vos besoins, vos choix de matériel et vos devis avant signature et lancement des travaux.
- Formez-vous sur l'irrigation ! N'hésitez pas à consulter les programmes de formation des GAB et autres organismes agricoles autour de vous.

MATÉRIEL	PRESSION	DÉBIT PAR ASPERSEUR OU GOUTTEUR	RAYON DE PORTÉE
Enrouleur	5 à 8 bars	> 15 m ³ /h	10 à 15 m
Asperseur plein champ	4 à 5 bars	1 à 2 m ³ /h	12 à 15 m (maillage 12*18m)
Mini aspersion plein champ	2 à 3,5 bars (5 bars si auto-régulant)	200 à 800 l/h	5 à 10 m (maillage 6*12 m)
Micro-aspersion	2 à 3 bars	50 à 200 l/h	3 à 6 m
Goutte-à-goutte	1 bar en non-autorégulant 1 à 4 bars pour l'autorégulant	1 à 4 l/h (max 2 l/h en maraîchage)	/

MATÉRIEL	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
Enrouleur	<ul style="list-style-type: none"> → Pas ou peu de filtration → Visibilité de l'apport en eau → Permet d'irriguer de grandes surfaces 	<ul style="list-style-type: none"> → Débit instantané élevé → Tassement du sol → Sensible au vent → Gestion de l'enrouleur peu évidente
Asperseurs à batteurs	<ul style="list-style-type: none"> → Pas ou peu de filtration → Peu fragile → Visibilité de l'apport de l'eau 	<ul style="list-style-type: none"> → Débit instantané élevé → Tassement du sol → Sensible au vent.
Mini asperseurs	<ul style="list-style-type: none"> → Débits et pressions instantanés plus faibles → Bonne homogénéité de l'irrigation 	<ul style="list-style-type: none"> → Filtration 400 µm à prévoir → Manipulation du matériel plus délicate.
Micro asperseurs	<ul style="list-style-type: none"> → Faible débit à la parcelle → Facilement automatisable (car fixe sous abris) 	<ul style="list-style-type: none"> → Contrôle régulier → Filtration 200 µm à prévoir → Prévoir stock de buses pour remplacement.
Goutte-à-goutte	<ul style="list-style-type: none"> → Apports réduits → Feuillage sec → Pas sensible au vent → Meilleure efficacité de l'eau → Facilement automatisable 	<ul style="list-style-type: none"> → Sensibilité au bouchage → Filtration 80 à 130 µm à prévoir → Entretien et contrôle régulier → Maîtrise de l'irrigation plus technique → Diffusion latérale de l'eau limitée. → Mise en place « fastidieuse » sur de grandes surfaces en plein champ (à mécaniser).

Contrôler ses apports en eau

Ils soutiennent la bio :



Contrôler ses irrigations avec précision n'est pas chose aisée, et on a vite tendance à s'orienter vers des outils sophistiqués et coûteux pour y parvenir. Or, si ces outils ont malgré tout leur intérêt, il existe d'autres méthodes et outils bien plus simples et économiques à tester et prendre en main ! Petit panorama des méthodes, outils et repères existants pour vous permettre de contrôler vos apports.

a. Les repères visuels et techniques pour comprendre quand on contrôle

1. État de fraîcheur du sol

Contrôler son sol avant, après et entre deux irrigations est le premier réflexe à avoir. Cependant, ces contrôles ne sont pas faciles à appréhender au début, car ils reposent sur des ressentis personnels. Voici quelques repères selon les types de sol et le taux d'humidité pour commencer, puis à force d'expérience, faites confiance à votre propre ressenti.

■ Appréhender l'humidité de son sol selon son type avec une motte de terre

Prélevez une motte de votre sol et tentez de l'effriter. Selon votre type de sol et le résultat, cela donnera des indications sur la fraîcheur de votre sol. Voir tableau en bas de page.

2. Réactions des plantes au stress hydrique

En complément de l'observation du sol

■ Savoir reconnaître les signes des plantes aux stress hydriques

En cas d'excès d'eau :

- Flétrissement ou jaunissement général de la plante liés à l'asphyxie (pourrissement des racines),
- Odeur de vase,
- Développement de mousses, verdissement de la surface du sol,
- Humidité importante et non souhaitée dans l'abri.

En cas de manque d'eau :

- Flétrissement des plantes /!\ Cela peut être dû à un excès d'eau ou un problème sanitaire au niveau du sol !
- Couleur verte du feuillage plus intense,
- La sécheresse « concentre » les minéraux et elle augmente les risques de salinité,
- Retard de développement.

3. Outils pour le suivi de l'irrigation


Afin d'aider au mieux à la prise de décision concernant le pilotage de l'irrigation, plusieurs outils existent, du plus rudimentaire au plus sophistiqué. Voici un panorama (non exhaustif) des principaux outils existants.


■ Le cahier de culture

A partir des cultures et de leurs besoins, définir le matériel puis les éléments du réseau secondaire nécessaires pour les produire.

■ La gouge

Petite tarière longue en forme de tube, la gouge est légère, transportable partout, et vous permet de sonder rapidement et efficacement les premiers horizons de votre sol, à condition cependant de répéter l'opération plusieurs fois sur une même planche ou culture. Achetable ou peut être fabriquée maison avec un peu de soudure. En maraîchage, une gouge de 20-30 cm de profondeur suffit largement.

 **Avantages :** facile à utiliser, peu coûteuse (50-100 €), donne une mesure immédiate de la profondeur d'humidité, et permet d'estimer s'il y a un tassement du sol,

 **Limites :** nécessite un jugement personnel et ne donne pas une valeur chiffrée exacte.

TYPE DE SOL	SEC	FRAIS	HUMIDE	TREMPÉ
Sol sableux ou limons grossiers	Motte impossible à casser	Motte s'émiette facilement	Motte « glisse »	Motte devient liquide
Sol limoneux souple	Motte impossible à casser	Motte s'émiette sans coller	Motte s'émiette en collant	Motte modelable sans s'émietter
Sol lourd : argileux ou limons fins	Motte impossible à casser	Motte s'émiette en collant un peu	Motte se déforme et s'émiette difficilement	Motte modelable sans s'émietter

■ Le volucompteur

Obligatoire en sortie de pompe pour connaître sa consommation globale en eau, le volucompteur est également pertinent en entrée de bloc et de parcelles pour préciser la répartition de sa consommation en eau.

En maraîchage diversifié, un volucompteur à l'entrée du bloc d'abris froid en plus de celui en sortie de pompe permet déjà de dissocier la consommation sous abri de celle du plein champ par soustraction. Chaque fin d'année, pensez à noter les chiffres dans votre cahier de culture !

Avantages : mesure précise de l'eau apportée, permet de contrôler sa consommation, peu coûteux (**50-80 €**),

Limites : installation à faire, donnée générale de consommation mais pas précise d'apport, nécessite de relever le comptage à chaque fin de campagne.

■ Le pluviomètre

Même en étant équipé d'un volucompteur en entrée de parcelle, il est nécessaire de mesurer ponctuellement les apports faits par le matériel d'aspersion au niveau de la culture. En dehors de mesures ponctuelles de l'aspersion, avoir un pluviomètre sur la ferme est toujours pratique pour mesurer les précipitations tombées sur votre ferme.

Avantages : simple à installer pour mesurer les précipitations ou les apports par aspersion, peu cher (**10-20 €** si en plastique),

Limites : ne permet pas de mesurer les irrigations par goutte à goutte, ne donne pas de détails sur la répartition (sauf s'il y en a plusieurs), fragile si en plastique.



▲ Station météo
© Awen bio



▲ Sonde tensiométrique
© CSIRO

■ Le bilan hydrique

La méthode du bilan hydrique permet de prévoir les besoins en irrigation d'une culture en fonction du besoin en eau de la plante et de la pluviométrie prévue. Les besoins en eau de la plante sont calculés en fonction de l'ETP et du coefficient cultural de la culture. Les valeurs des ETP et de la pluviométrie sont disponibles par communes sur des sites météo. (cf fiche «rappels agronomiques»)

Avantages : intègre les données climatiques pour planifier les apports,

Limites : nécessite une connaissance technique et une station météo pour être précis.

■ La station météo

Elle permet d'avoir les mesures climatiques précises sur son exploitation et, contre des options payantes, d'avoir des prévisions locales ou même des mesures de l'ETP. Cependant c'est un investissement coûteux, et la fiabilité des données dépend beaucoup de l'installation (localisation, hauteur...).

Avantages : données climatiques en temps réel, permet d'ajuster en fonction des prévisions,

Limites : coût élevé (**entre 2 000 et 6 000 €** selon modèles et options), plutôt adapté aux grandes exploitations ou en achat mutualisé, mesures peu fiables si mal positionnée.

■ Les sondes tensiométriques

Elles ne mesurent pas la teneur en eau du sol, mais sa disponibilité. En quelque sorte, elle estime l'effort nécessaire à la plante pour absorber l'eau, exprimé en bar. Ainsi plus la valeur affichée par le tensiomètre est importante, plus le sol est sec, et inversement. Bien moins coûteuses que les sondes capacitatives, elles sont aussi moins précises et plus fragiles.

Avantages : mesure directe de la disponibilité en eau dans le sol, moyennement coûteux (**entre 150 et 500 €** environ),

Limites : données moins précises et faciles à interpréter qu'une humidité volumétrique, pratiques de bonne pose essentielles pour de bons résultats, compliqué à installer, fragiles.

■ Les sondes capacitatives

Ces sondes mesurent directement l'humidité volumétrique, à savoir un volume d'eau dans un volume de sol donné. Cette mesure est plus facile à interpréter et donne une meilleure précision du pilotage des irrigations. Plus faciles à poser que les tensiomètres et plus résistantes, elles sont aussi bien plus coûteuses, nécessitent d'être bien posées et sont souvent couplées à un abonnement à l'année.

Avantages : mesure directe de la teneur en eau du sol, interprétation et pilotage plus facile, données souvent consultables sur téléphone,

Limites : coûteux (**entre 1 200 et 1 500 €**), nécessite un abonnement annuel pour accéder aux données, besoin d'être formé pour bien l'installer.

Exemple de calcul de bilan hydrique :

Prenons le cas d'une culture de pomme de terre.

Le Kc de la culture est alors de 0.9 jusqu'à ce que la culture soit en phase de végétation maximale puis 1.05 pendant le mois qui suit, la RFU initiale du sol est de 40 mm. Les besoins en eau de la culture sont donc : ETP = 0.9 x ETP sur les deux premières semaines étudiées puis ETP = 1.05 x ETP sur les semaines qui suivent.

Les valeurs journalières de l'ETP et de la pluviométrie sont disponibles via des sites météo. Le calcul de la RFU permet d'avoir une idée du moment où l'on doit arroser à nouveau, dans le but de conserver ce volume d'eau dans le sol (ou au moins un volume d'eau permettant de couvrir les besoins de la culture).

	ETP (MM)	BESOIN DE LA CULTURE (=ETM) (MM)	RFU INITIALE (MM)	PLUVIOMÉTRIE (MM)	IRRIGATION (MM)	RFU FINALE (MM) = RFU INITIALE + PLUIE + IRRIGATION - ETP
10 → 16 juin	28	28x0.9=25	40	5		40+5-25=20
17 → 23 juin	22	22x0.9=20	20	18	20	20+18+20-20=38
24 → 30 juin	33	33x1.05=34	38		35	38+35-34=39
1er → 7 juillet	26	26x1.05=27	39	8	20	39+8+20-27=40
8 → 14 juillet	29	29x1.05=30	40	6	15	40+6+15-30=31

Entretien et diagnostiquer son système d'irrigation

Ils soutiennent la bio :



Assurer l'efficacité d'un système d'irrigation repose sur deux étapes clés : un diagnostic précis pour détecter les éventuels dysfonctionnements et un entretien méthodique pour préserver la durabilité du matériel. Un système bien entretenu garantit une distribution homogène de l'eau, évite les pertes inutiles et optimise les coûts d'exploitation. Voici les bonnes pratiques à adopter pour optimiser les performances de votre installation.

a. Diagnostiquer son système d'irrigation

1. Pourquoi diagnostiquer son système ?

Un diagnostic régulier permet de garantir une irrigation homogène, d'anticiper les problèmes et d'adapter vos pratiques. Cette démarche inclut plusieurs étapes clés qui permettent de déceler les fuites, les obstructions, les baisses de pression et les défauts matériels. Un bon diagnostic permet d'ajuster l'apport en eau en fonction des besoins réels des cultures et du sol. Il est essentiel d'adopter une approche proactive afin de limiter les pertes d'eau et éviter toute interruption en pleine saison.

2. Les étapes clés du diagnostic

■ 1. Inspection visuelle et relevés de compteur

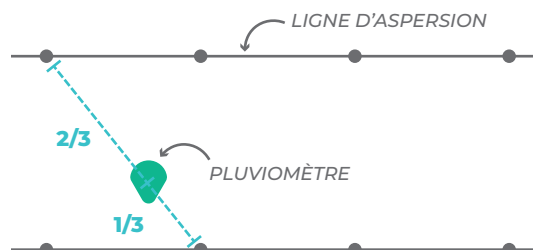
- ➔ Identifiez les fuites visibles sur les tuyaux, les raccords, les vannes et les asperseurs,
- ➔ Recherchez les possibles obstructions, les tuyaux pliés ou endommagés,
- ➔ Surveillez les vannes et les raccords pour détecter d'éventuelles détériorations,
- ➔ Mesurez la consommation d'eau pour repérer d'éventuelles anomalies du réseau.

■ 2. Mesurer la pression

- ➔ Utilisez un manomètre pour évaluer la pression en plusieurs points : sortie de pompe, avant et après filtration, à l'entrée de chaque parcelle ou sous abri, en début et fin de ligne d'aspersion,
- ➔ Vérifiez l'homogénéité en début et fin de ligne : une différence >0,5 bar est un indicateur de problème,
- ➔ Contrôlez le fonctionnement des régulateurs de pression et vérifiez leur état.

■ 3. Analyser les apports d'eau

Si l'on a des problèmes d'hétérogénéité de production ou si l'installation a plus de 3-4 ans, il est conseillé d'effectuer un test d'uniformité de distribution. Il permettra de mettre en évidence des problèmes de bouchage, de colmatage, d'usure ou de dysfonctionnement de l'installation.



- ➔ Positionnez des pluviomètres entre les lignes d'aspersion ou sous un goutteur pour mesurer la répartition de l'eau.
- ➔ Contrôlez l'homogénéité à l'aide d'un quadrillage de récipients sous abri ou en plein champ.
- ➔ Identifiez les points d'amélioration du système (analyse des pertes de charge).

Le coefficient d'homogénéité (CU) se calcule de la manière suivante :

$$CU = \frac{\text{Moy. des (25 %) des valeurs les + faibles}}{\text{Moy. de l'ensemble des valeurs}} \times 100$$

L'homogénéité est satisfaisante si le CU est supérieur à 90 %. Le résultat est préoccupant s'il est inférieur à 80 %. La cause peut être une pression insuffisante liée à un mauvais dimensionnement de la pompe ou du réseau, un système de filtration inadéquat ou nécessitant d'être nettoyé.

■ 4. Contrôle de la qualité de l'eau

- ➔ Effectuez des prélèvements d'eau pour détecter la présence de sédiments et de matières organiques.
- ➔ Adaptez la filtration en fonction de la qualité de l'eau disponible.
- ➔ Il est possible d'effectuer des analyses d'eau pour mesurer la teneur en minéraux, principale cause de l'obstruction des conduites.
- ➔ Préférez des manomètres portables pour effectuer les mesures plus facilement.
- ➔ Pour les goutte-à-goutte, utilisez un test simple avec un récipient adapté pour estimer les débits. On effectue des mesures sur au moins 16 goutteurs, répartis sur la parcelle.

b. Comment entretenir son système d'irrigation ?

L'entretien du système d'irrigation se découpe essentiellement en trois phases, qui correspondent à trois périodes de l'année. L'entretien avant la campagne, et la phase de mise en hivernage sont primordiales. Elles permettent d'éviter les pannes et donc de gagner du temps sur la phase de maintenance en cours de campagne. Elles sont par ailleurs réalisées à une période où il est plus facile de se dégager du temps.

1. L'entretien avant la campagne

■ 1. Préparation des équipements :

- Testez les filtres à sable, tamis ou disques. Enlevez les dépôts et remplacez les éléments endommagés. Il est possible pour la majorité des filtres, de refluer l'eau en sens inverse jusqu'à obtenir une eau claire et propre,
- Contrôlez les pompes et moteurs, en effectuant une vidange pour les moteurs thermiques,
- Examinez les canalisations et remplacez les asperseurs ou vannes endommagés.

■ 2. Planification et logistique :

- Maintenez un stock de pièces de rechange adaptées à votre réseau (raccords, vannes, buses...),
- Appuyez-vous sur un plan détaillé pour identifier rapidement les zones critiques,
- Testez les programmateurs et systèmes d'automatisation pour éviter toute défaillance au moment crucial.

■ 3. Inspection des sources d'eau

- Inspectez les fossés et drains pour maintenir un bon écoulement. Une action mécanique peut être nécessaire pour retirer les obstacles physiques,
- Si votre système comprend un bassin de stockage, réalisez son curage régulier (tous les 2 à 5 ans selon la qualité de l'eau) et vérifiez l'étanchéité pour prévenir les infiltrations non contrôlées.

2. La maintenance en cours de campagne

■ 1. Surveillance régulière :

- Un manomètre sera utile tout au long de la saison pour contrôler les baisses de pressions qui peuvent signifier une problématique sur le réseau d'irrigation,
- Nettoyez rapidement les filtres si baisse de pression relevée aux alentours de 0,5 bars,
- Lancez un ordre de contre lavage du filtre tous les mois en hiver et une fois tous les 15 jours le reste de l'année,

- Vérifiez l'état des goutteurs et asperseurs pour garantir l'uniformité des débits,
- Remplacez les manomètres défectueux.

■ 2. Réactivité en cas de panne :

- Remplacez immédiatement les pièces défectueuses,
- Tenez un registre des interventions pour anticiper les besoins futurs.

■ 3. Mise hors gel temporaire des systèmes sous abris

Les premières gelées peuvent arriver assez tôt alors qu'il y a encore des besoins d'arrosage réguliers sous abris. Pensez à purger le réseau sous tunnel à chaque période de gel annoncé soutenu (durée de plusieurs heures à toute la nuit). Un réseau sous pression est particulièrement sensible au gel.

■ 4. Hivernage de fin de saison

- Purgez et vidangez complètement le réseau pour éviter les dommages causés par le gel,
- Nettoyez les filtres et démontez les asperseurs pour les tremper dans une solution anticalcaire ou vinaigrée,
- Stockez les équipements mobiles à l'abri de l'humidité,
- Regroupez les tuyaux par type (diamètre et épaisseur), cela permettra un gain de temps pour la saison suivante,
- Laissez les vannes semi-ouvertes pour éviter les blocages.



→ Pensez à bien protéger du gel vos équipements fixes (pompes, vannes, compteurs, filtres...) avec un calfeutrage adéquat,
→ Sensibilisez votre équipe aux pratiques d'entretien pour assurer une meilleure gestion du système.

Une gaine de goutte-à-goutte requiert une filtration adéquate pour éviter le colmatage des goutteurs. Une test simple peut être réalisé avec un collant en nylon pour évaluer le niveau d'encrassement de la ligne ▼



Une gestion efficace du réseau d'irrigation repose sur un équilibre entre un diagnostic précis et un entretien régulier. Le diagnostic permet d'identifier les problèmes avant qu'ils ne deviennent critiques, assurant ainsi une distribution homogène de l'eau et un fonctionnement optimal du système. Un entretien rigoureux assure la durabilité du matériel, préserve la qualité de l'eau et limite les pertes inutiles.

Un réseau non entretenu ou insuffisamment préparé peut entraîner une augmentation de 15 à 20 % des volumes d'eau consommés.

	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Entretien												
Maintenance / interventions ponctuelles												
Hivernage												



Prioriser les irrigations en cas de coup de chaud

Ils soutiennent la bio :



En cas de coups de chaud, quand les réserves d'eau commencent à se vider, se pose la question de savoir comment prioriser les irrigations pour ne pas trop pénaliser les cultures. Ce document, complété par le planning d'irrigation, a pour objectif d'identifier les stades clés des différentes cultures pour être en capacité de décider quelles cultures prioriser quand l'eau vient à manquer.

a. Quels sont les risques d'une mauvaise gestion de l'irrigation sur une ferme ?

L'eau est nécessaire au développement des plantes et le stress hydrique (manque d'eau) ou l'excès d'eau auront tous deux des conséquences néfastes sur les cultures. Dans les deux cas une mauvaise gestion de l'irrigation conduit à une diminution des rendements et / ou une baisse de la qualité.

Les excès d'eau lors des semis peuvent provoquer une fonte des semis, un mauvais développement racinaire et sur des stades plus développés, une asphyxie des racines, des fuites d'éléments. Nous ne développerons pas ici la question des excès d'eau mais nous allons nous focaliser sur les conséquences du stress hydrique sur les cultures.

Le stress hydrique empêche une alimentation correcte de la plante, bloque son développement et peut augmenter la pression maladie. En fonction du stade de développement des plantes, le stress hydrique affectera plus ou moins fortement le rendement final.

b. Quels sont les stades-clé à ne surtout pas négliger ?

Quelles que soient les cultures les jeunes stades ne résistent pas à un stress hydrique. Il est important d'assurer un sol frais et un apport d'eau au moment des semis et pendant la levée pour la rendre la plus homogène possible. Une fois

que la levée est assurée, la racine pivot plonge rapidement à 10-15cm et peut trouver de la fraîcheur.

Concernant les plantations, le maintien de l'humidité du sol et des mottes est primordial pour assurer la reprise. En effet les plants ont peu de racines pour un système végétatif important, un plant transpire donc beaucoup.

Tant que les racines ne se sont pas développées hors de la motte, les plants ne peuvent faire face à un stress hydrique ponctuel. Cette phase de reprise dure entre 1 et 2-3 semaines selon les espèces. Ne pas laisser sécher la motte pendant cette phase. La sensibilité des plants au stress hydrique est d'autant plus important que les plants ont trainé avant d'être plantés

Sous abris, les sols ont tendance à s'assécher en fin de culture, au moment des arrachages. Avant les remises en cultures au printemps ou en fin d'été, penser à refaire le plein en eau des sols grâce à l'aspersion. L'objectif est d'avoir un sol frais sur une trentaine à quarante centimètres pour permettre un enracinement plus profond. Ceci est d'autant plus vrai si les cultures à venir sont irriguées en goutte à goutte.

Les légumes en cours de fructification / tubérisation seront sensibles à un stress hydrique avec un impact sur le rendement (voir tableau des stades critiques dans le planning d'irrigation).

Sur les légumes feuilles (laitue, mâche, épinard,...), dont l'enracinement n'est pas très profond, l'arrosage doit être régulier et homogène sur la totalité du cycle pour assurer une bonne

croissance des plants. Le plein en eau du sol doit être réalisé au moment de la plantation et l'irrigation doit ensuite maintenir le sol humide en surface (arrosage fractionné).

Concernant le radis botte, dont le cycle est très rapide, et l'enracinement peu profond, l'irrigation doit être régulière pendant toute la phase de grossissement de la racine pour éviter d'avoir des radis creux et piquants.

Concernant les autres légumes, le tableau des stades critiques donne des indications sur les stades auxquels les impasses sur l'irrigation auront des conséquences importantes sur le rendement ou la qualité de la production. Les niveaux indiqués sont des niveaux de risques plus ou moins élevés : stades critiques des cultures face au manque d'eau, modulés par le niveau de fraîcheur des sols et les risques climatiques de la période considérée.

c. Quelques astuces pour passer au mieux les épisodes caniculaires :

1 - Bien recharger le sol avant le coup de chaud, en priorité pour les cultures sensibles (jeunes plantations, légumes feuilles, légumes en cours de tubérisation/fructification)

=> Cela permet d'anticiper et limiter les variations extrêmes d'humidité du sol qui peuvent être préjudiciables à certaines cultures, et ce même si on adapte les consignes d'arrosage en conséquence. Cela permet également en cas de sous dimensionnement du système d'irrigation, de sécuriser certains blocs pour pouvoir mobiliser les lignes d'aspersions sur les semis ou les jeunes plantations.

2 - Dans la mesure du possible, reporter les plantations fragiles (ex salade) ou celles que vous ne pourriez pas irriguer suffisamment (ex poireaux) . Si les plants ne peuvent pas attendre, planter en fin de journée, en ayant préalablement trempé les mottes pendant 1h avant la plantation pour un bon plein en eau du substrat. Bien enfoncer les mottes pour augmenter la surface d'échange avec le sol, limiter l'évaporation et accélérer l'enracinement.

3 - Arroser les jeunes plantations tous les matins au stade reprise pour accompagner la sortie des racines.

4 - Sous abri : ouvrez tout et tout le temps !

5 - Bassinez les cultures sensibles, que ce soit les semis, jeunes plantations, légumes feuilles en plein champ comme les salades ou les légumes d'été sous abri --> sur des cultures saines (sans mildiou) 3-5 min d'aspersion pas plus, jusqu'à 2 voire 3 fois par jour si besoin. Cela permet de diminuer sensiblement la température de l'abri et du sol, tout en augmentant l'humidité ambiante favorable à la bonne respiration des cultures. Eviter de faire le dernier bassinage après 16 h pour être sûr que la culture soit sèche le soir.

6 - Adapter les consignes d'arrosage en goutte-à-goutte → Favoriser une consigne d'irrigation fractionnée au lieu de longues irrigations : votre irrigation sera plus homogène et

efficace avec plusieurs irrigations de 15-20 min qu'une longue irrigation d'1h ou plus !

7 - Blanchissez ou couvrez vos tunnels. Blanchir les tunnels abritant les cultures d'été ou les voiler à l'aide de filet d'ombrage peut permettre de réduire nettement le rayonnement et les températures, et d'éviter les coups de chaud et les dégâts (type coup de soleil ou nécrose apicale) sur les fleurs et les fruits.

8 - Couvrez en plein champ avec des voiles d'ombrage. Comme pour les abris, les voiles d'ombrage sur les cultures de plein champ, surtout les jeunes plantations et cultures sensibles, à condition de ne voiler que si le sol est frais !!! Et de surveiller régulièrement les cultures cachées.

9 - Suivez l'humidité de votre sol, et pas uniquement sous les goutteurs. A la gouge, à la sonde ou au doigt mouillé, qu'importe ! Mais il est essentiel de surveiller régulièrement votre sol et d'adapter vos irrigations en conséquence. Observez aussi vos cultures.

10- Si besoin, priorisez les cultures à irriguer : les cultures déjà bien implantées et qui ne sont pas en phase de production ou construction du rendement (ex : 1ères séries de courges) peuvent être laissés de côté au profit des semis, jeunes plantations et cultures sensibles.

Document rédigé par : Jean-Philippe Calmet, Chambre d'Agriculture de Bretagne, Jérémy Bellanger, Agrobio 35 et Maëla Peden, GAB 56.



GUIDE PRATIQUE



Planning d'irrigation

Ils soutiennent la bio dans le Morbihan :



		JANV.		FEV.		MARS		AVRIL		MAI		JUN		JUILLET		AOÛT		SEPT.		OCT.		NOV.		DEC.	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
ETP moyen Aury des 10 dernières années (mm)						22	34,0	37,0	45,0	48,0	59,0	60	64,0	69,0	67,0	58,0	53	48,0	37,0	26,0	21				
AUBERCINE	A Créffé					P						R	R	R	R	R	R	R	R	R	R				
	S-C					2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1					
BETTERAVE	PC Botte					P						R	R												
	S-C					2	1	1	2	2	2	2													
CAROTTE / PANAIS	PC Carotte botte					S																			
	S-C					2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
CÉLÉRI RAVE	PC Carotte automne											S													
	S-C											3	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
CHOUX FLEURS - BROCOLI - ROMANESCO	PC Carotte conservation																								
	S-C																								
CHOUX POMMÉS	PC Panais																								
	S-C																								
CONCOMBRE	A Stades																								
	S-C																								
COURGETTE	A Stades																								
	S-C																								
ÉCHALOTE	PC Stades																								
	S-C																								

Contraintes similaires à la tomate. Planter dans un sol frais pour assurer la reprise. Les besoins sont plus importants au moment du développement des fruits. Attention aux apports trop importants en période peu poussante (asphyxie racinaire).

Un manque d'eau au semis : entraîne une mauvaise levée (lente et non homogène).
Manque d'eau en cours de cycle : mauvais grossissement et risque de carence en Bore

Assurer une levée homogène avec une humidité suffisante. Si le sol est frais à 20cm de profondeur, le fait de laisser sécher le sol en surface une fois la levée assurée permet l'allongement de la racine.
Augmenter les apports dès le début de grossissement de la racine (stade 7-8 feuilles) pour assurer le grossissement en évitant les alternances manque et excès d'eau (risque éclatement racine)

Mauvaise reprise si manque d'eau. Un manque d'eau en période chaude peut provoquer du cœur noir. Un manque d'eau en fin de cycle bloque le grossissement

Manque d'eau à la plantation : mauvaise reprise du plant, difficultés de binage
Manque d'eau aux stades jeunes : faible couverture du sol, enherbement et risque de mauvais développement.
Manque d'eau à partir du milieu du cycle : diminution du développement végétatif et moindre grossissement des inflorescences
Éviter d'irriguer lors des journées chaudes car risque de hernie.

Manque d'eau à la plantation : dépérissement du plant.
Manque d'eau pendant la croissance de la pomme : diminution du calibre, nécroses marginales.
A-coups pendant l'élaboration de la pomme : risque de vernalisation et éclatement

Les besoins en eau de la culture augmentent au moment de la floraison. Adapter les irrigations aux conditions climatiques, les excès d'eau présentent un risque surtout en période fraîche ou peu lumineuse.

Manque d'eau en début de cycle : diminution du développement végétatif.
Manque d'eau à la floraison femelle : risque de coulures de fleurs, baisse du nombre de fruits/plante.
Manque d'eau au grossissement des fruits : baisse du calibre des fruits. Éviter les à-coups d'irrigation en phase de grossissement des fruits : risque d'éclatement du fruit.
Excès d'eau en fin de cycle : diminution de la qualité de la chair, mauvaise conservation.

Faire des apports d'eau réguliers sans excès
Manque d'eau en début de cycle : diminution développement végétatif
Manque d'eau en cours de récolte : diminution du rendement

Planter en sol frais pour assurer la reprise. Stade critique : grossissement du bulbe. Un manque d'eau entraîne une perte de calibre. Excès d'eau à l'approche de la récolte : maturité hétérogène, développement de maladies et mauvaise conservation

Légende

- P** Plantation
- S** Semis
- R** Récolte
- 0** Irrigation non nécessaire
- 1** Les cultures ont un besoin faible en eau et/ou peuvent supporter un stress hydrique
- A** Abri
- PC** Plein champ
- S-C Stade Critique
- 2** Irrigation à prévoir
- 3** Irrigation indispensable

Les irrigations sont à moduler en fonction de la pluviométrie et de l'état hydrique du sol.

		JANV.		FEV.		MARS		AVRIL		MAI		JUN		JUILLET		AOÛT		SEPT.		OCT.		NOV.		DEC.			
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2		
ETP moyen Aury des 10 dernières années (mm)						22	34,0	37,0	45,0	48,0	59,0	60	64,0	69,0	67,0	58,0	53	48,0	37,0	26,0	21						
ENDIVE		Besoin d'irrigation éventuellement pour la levée, il y a rarement besoin d'irrigation en cours de culture de la racine d'endive.																									
HARICOT	PC Stades																										
	S-C																										
LÉGUMES FEUILLES	PC Stades																										
	S-C																										
MELON	A Stades																										
	S-C																										
NAVET - RADIS	PC Stades																										
	S-C																										
OIGNON	A Stades																										
	S-C																										
PATATE DOUCE	PC Stades																										
	S-C																										
POIREAUX	PC Stades																										
	S-C																										
POIVRON	A Stades																										
	S-C																										
PETIT POIS	PC Stades																										
	S-C																										
POMME DE TERRE	A Stades																										
	S-C																										
RADIS BOTTE	PC Stades																										
	S-C																										
TOMATE	A Stades																										
	S-C																										

Assurer la levée en semant en sol frais et bien réchauffé

La croissance régulière et rapide à certaines périodes de l'année et le développement racinaire superficiel de ces cultures nécessitent une irrigation régulière et homogène tout au long de la culture. Les stress hydriques provoqueront des montées à graines et nécroses de feuilles.

Une fois la reprise assurée, les besoins de la plante augmentent au moment du grossissement du fruit. Apports réguliers pour éviter l'éclatement et apports très limités en période de faible ensoleillement pour assurer un bon taux de sucre dans le fruit.

Irrigation précise pour assurer la reprise ou la levée. Les à-coups entraînent un risque de racines creuses, éclatement et de montée à graines. Les semis d'août peuvent être décalés à la fin du mois en cas de difficultés d'irrigation.

Planter en sol frais pour assurer la reprise. En plantation motte attention au vent qui assèche rapidement les mottes. L'enracinement des plants d'oignon prend au moins deux semaines.
Stade critique: dès le début du grossissement du bulbe. Un manque d'eau entraîne une perte de calibre et un risque de montaison en bulbille.
Excès d'eau à la fin du grossissement : difficulté de séchage du bulbe et mauvaise conservation

Assurer la reprise et le développement végétatif en début de cycle.
En milieu de cycle la réduction de l'irrigation incite les racines à descendre plus en profondeur.
Au stade grossissement un manque d'eau entraîne une diminution du calibre et du rendement.

La plantation/ reprise des plants est critique en ce qui concerne les besoins en eau. En milieu / fin de cycle un manque d'eau entraîne une perte de rendement mais le poireau est une des cultures légumières qui se remet le mieux d'un manque d'irrigation. Des irrigations même en période de besoin faible permettent de limiter le développement des thrips.

Contraintes similaires à la tomate. Les besoins en eau sont relativement faibles de la plantation à la nouaison. Il est important de conserver un aspect végétatif à la culture en ne la privant pas d'eau pour éviter les coups de soleil sur fruits en été. Les besoins augmentent au moment de la nouaison. En période de production les à-coups d'irrigation peuvent provoquer du cul-noir.

Assurer un sol frais pour le semis, sans excès (risque de pourriture).
L'excès d'eau à la floraison provoque des coulures.
Les besoins en eau augmentent au moment du remplissage des gousses.

Le manque d'eau entraîne d'abord une diminution du nombre de tubercules, puis un mauvais grossissement des tubercules combiné à un taux de matière sèche trop élevé (mauvaise tenue à la cuisson des variétés à chair ferme).
Bien choisir les journées d'irrigation pour un séchage du feuillage dans les heures qui suivent l'apport d'eau (risque de mildiou).

Une irrigation irrégulière au moment du semis entraîne une hétérogénéité des stades à la récolte. Une irrigation irrégulière au moment du grossissement de la racine conduit à des radis creux et piquants.

Faire le plein en eau du sol avant plantation. Planter en sol frais sans excès pour assurer une bonne reprise des plants. Une fois les mottes accrochées, le sol peut sécher en surface s'il y a de la fraîcheur en profondeur.
Les besoins augmentent progressivement dès la nouaison du 1er bouquet jusqu'au chargement maximum (7ème à 8ème bouquet en fleur). Les besoins restent à un niveau élevé tant que des fruits grossissent sur la plante.

Les apports sont à moduler en fonction des conditions climatiques ; si les apports sont augmentés lors de périodes chaudes et ensoleillées, penser à réduire ensuite en cas de changement de temps (baisse des températures, temps nuageux). Un stress hydrique (à-coup d'irrigation) provoque des risques de cul noir. Un excès d'irrigation en période humide provoque des problèmes d'éclatement.

**Tableau
des Kc**

LEGUMES	STADES DE CULTURE	BESOIN HYDRIQUE RELATIF COEFFICIENTS CULTURAUX (Kc)
AIL	Fin levée-Formation bulbe	0,5
	Formation bulbe	0,9
	20 j avant récolte	0,6
AUBERGINE	Plantation-Début Floraison	0,5
	Début Floraison-Croissance 3 ème étage	0,6
	Croissance 3ème étage - Mi récolte	0,9
	Mi récolte - Fin Récolte	0,6
BETTERAVE	Semis - Semis + 30J	0,5
	Semis + 30J-Début de tubérisation	0,7
	Début tubérisation - Récolte	1
CAROTTE/PANAIS	Semis - Semis + 30J	0,5
	Semis + 30J-Récolte	1
CHOU-FLEUR	Plantation - 1er inflorescences	0,5
	1er inflorescences-Début formation chou	1
	Début formation chou - Récolte	1,3
COURGETTE	Plantation - Floraison	0,5
	Floraison - Mi-récolte	1
	Mi-récolte - Fin récolte	0,7
FRAISIER	Dép Végétation-Début Floraison	0,4
	Début Floraison-Floraison	0,6
	Floraison-Grossissement Fruits	0,9
	Grossissement Fruits-Récolte	0,7
HARICOT	30 J après Levée - Floraison	0,6
	Floraison-Formation gousses	0,8
	Formation gousses-Récolte	1
MELON	Plantation - Début Floraison	0,4
	Début Floraison-Nouaison	0,6
	Nouaison-Gossissement fruits	1
	Grossissement Fruits-Récolte	0,6
LAITUE	Plantation-18F	0,5
	18F-Récolte	1
OIGNON	Levée - 30 J après Levée	0,6
	30J après Levée- 60J après Levée	0,8
	60J après Levée-Début Maturité	1
	Début Maturité-20J avant Récolte	1,1
	20J avant Récolte-Récolte	0,5
POIREAU	Reprise-4F	0,7
	4F-Pré-Récolte	1
	Pré-Récolte - Récolte	0,5
POIS	Levée - 5 F	0,5
	5F-7F	0,7
	7F-9F	0,9
	9F-Début Floraison	1
	Début Floraison-Maturité	1,2
POIVRON	Plantation-Début Floraison	0,5
	Début Floraison- Croissance 3ième étage	0,6
	Croissance 3ème étage - Mi récolte	0,7
	Mi récolte - Fin Récolte	0,6
POMME DE TERRE	Levée- Croissance (20 J après Levée)	0,5
	Croissance (20 J après Levée) - Fin Tubérisation	1,1
	Fin Tubérisation-20 J avant Récolte	0,8
RADIS	Semis-Développement Foliaire	0,4
	Développement foliaire - Tubérisation	0,7
TOMATE	Plantation-Reprise	0,5
	Reprise-Floraison 3ème bouquet	0,6
	Floraison 3ème bouquet - Mi-récolte	0,9
	Mi-Récolte-Fin culture	0,7

VOS CONTACTS



Agrobio 35

29 Avenue des Peupliers • 35 510 CESSON-SÉVIGNÉ

AGROBIO 35

T : 02 99 77 09 46 • **Email :** agrobio35@agrobio-bretagne.org



GAB 22

2 av du Chalutier Sans Pitié • BP 332 • 22 193 PLERIN cdx

GAB22

T : 02 96 74 75 65 • **Email :** gab22@agrobio-bretagne.org



GAB 29

Ecopôle Vern Ar Piquet • 29 460 DAOULAS

GAB29

T : 02 98 25 80 33 • **Email :** gab29@agrobio-bretagne.org



GAB du Morbihan

1 Place de l'église • 56 390 LOCQUeltas

GAB56

T : 02 97 66 32 62 • **Email :** gab56@agrobio-bretagne.org

PARTENAIRES CONTRIBUTEURS



GAB72
Les Agriculteurs Bio
de la Sarthe

GAB 72

Maison des Paysans • 16, Avenue Georges Auric • 72 000 LE MANS

T : 02 43 28 00 22 • **Email :** contact@gab72.org



GAB 44

GAB 44

Pôle de services du Pré St Pierre • 1, rue Marie Curie • 44 170 NOZAY

T : 02 40 79 46 57 • **Email :** maraichage@gab44.org