



MÉMENTO TECHNIQUE

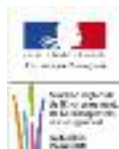
# Irrigation des espaces verts



**BRL**  
*Exploitation*

MÉMENTO TECHNIQUE

# Irrigation des espaces verts



Ce mémento a été réalisé par BRL Exploitation en association avec la commune de Bouillargues (Gard), dans le cadre de l'appel à projets « économisons et préservons nos ressources en eau » lancé par l'Etat, la Région Languedoc-Roussillon et l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse.



# SOMMAIRE

**Avant propos** ..... p. 5

**L'arrosage des espaces verts  
pourquoi et comment ?** ..... p. 7

- Le besoin en eau des plantes
- Le besoin en arrosage
- La quantité d'eau consommée par les plantes
- Le sol : une réserve d'eau pour la plante
- Le déclenchement des arrosages
- La fréquence et la dose unitaire d'arrosage
- Le calcul du temps d'arrosage

## Les fiches techniques

⊙ Fiche 1 ..... p. 11

### **Les besoins en eau en climat méditerranéen**

Caractéristiques du climat méditerranéen et caractérisation des besoins en arrosage.

⊙ Fiche 2. .... p. 13

### **Les techniques d'arrosage et leur principe**

Présentation de l'irrigation par aspersion et de l'irrigation localisée.

⊙ Fiche 3. .... p. 15

### **L'installation d'arrosage**

Description d'une installation : présentation du matériel, des caractéristiques de fonctionnement, de la maintenance et des moyens de contrôle des performances. Formulaires de calcul de la pluviométrie de l'installation et de la maille.

⊙ Fiche 4. .... p. 21

### **La mesure de l'eau dans le sol**

Présentation de deux méthodes de mesure de l'eau dans le sol : mesure d'humidité et mesure tensiométrique.

⊙ Fiche 5 ..... p. 23

### **Le bilan hydrique : méthode d'évaluation de la quantité d'eau disponible**

Présentation du principe du bilan hydrique, accompagné d'un exemple de calcul.

⊙ Fiche 6 ..... p. 27

### **Le coefficient cultural de quelques espèces végétales**

Liste d'espèces végétales et de leur coefficient cultural. Cette liste permet de connaître et de comparer le besoin en eau de différentes espèces ornementales.

⊙ Fiche 7 ..... p. 31

### **Les économies et l'optimisation de l'eau : comment réduire les arrosages**

Présentation des méthodes et moyens existants pour réduire et optimiser les apports d'eau.

⊙ Fiche 8 ..... p. 33

### **Les étapes du calcul de la durée d'arrosage**

Rubrique récapitulative présentant la démarche de calcul dans son ensemble.

# Avant propos

## Un mémento pour mieux piloter les arrosages publics afin d'économiser la ressource en eau

BRL Exploitation s'est investi depuis près de vingt années dans une politique de gestion raisonnée des ressources en eau à destination des exploitants agricoles, des industriels et des collectivités en Languedoc-Roussillon.

Les actions ont porté en priorité sur la collaboration avec la profession agricole et ses organismes techniques pour optimiser les itinéraires d'irrigation, favoriser l'installation d'équipements économes en eau et de mesure des quantités d'eau apportées aux plantes. L'enjeu consistait à réduire les consommations d'eau par hectare, tout en préservant une production agricole de qualité et compétitive. Des actions de formations à l'irrigation durable ont également été développées pour les Jeunes Agriculteurs et plus largement pour les techniciens des organisations de producteurs.

Fort de cette expérience réussie, BRLE a souhaité mettre ce savoir-faire à disposition des collectivités pour les accompagner sur un enjeu à la fois sociétal et environnemental de gestion des espaces verts et d'optimisation de leurs arrosages.

C'est pourquoi BRLE a décidé en 2007 de postuler à l'appel à projets régional « économisons et préservons nos ressources en eau » lancé par l'Etat, la Région Languedoc-Roussillon et l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse.

Le projet proposé par BRLE a été réalisé en association avec la commune de Bouillargues dans le Gard. Il comprenait deux volets complémentaires :

- la mise en place d'un programme pilote sur le territoire de Bouillargues visant à limiter les ressources en eau mobilisées pour l'irrigation des espaces verts municipaux de cette collectivité,
- la réalisation d'un guide de préconisations de bonnes pratiques pour accompagner les collectivités de la région dans leur démarche d'optimisation de l'arrosage de leurs propres parcs et jardins.

Ce guide, présenté sous forme d'un mémento composé de fiches techniques, fournit des éléments concrets d'aide à la décision pour piloter les arrosages des espaces verts et concilier ainsi la préservation de l'environnement et le verdissement des espaces publics.

Il complète le dispositif d'aide à une meilleure gestion de l'irrigation proposé par BRL Exploitation sur le site du Groupe BRL : [www.brl.fr](http://www.brl.fr). Ce dispositif offre notamment, une rubrique « conseils arrosage » où sont mises en ligne, chaque semaine durant la saison d'irrigation, des informations pour mieux connaître les besoins des cultures et des espaces verts du Gard, de l'Hérault et de l'Aude, avec des indications sur les doses d'arrosage optimales.

## L'expérience pilote conduite à Bouillargues a permis de réaliser plus de 30 % d'économies

Bouillargues, 5 400 habitants, entretient une quinzaine d'espaces verts communaux (terrains de sport, parcs arborés, nouveaux lotissements, parterres, ronds-points,...), comprenant près de 5 hectares de gazon et des centaines de mètres de linéaires d'alignements, de taille et d'importance variable.

Comme la plupart des collectivités de la zone littorale du Languedoc-Roussillon, la commune dispose d'apports naturels en eau faibles et variables. Les besoins en arrosage sont donc systématiques et leur gestion est fonction des apports climatiques.

L'expérience pilote organisée par BRL Exploitation en association avec la commune s'est déroulée sur les campagnes d'arrosage 2008 et 2009, avec une consommation moyenne annuelle de 50 000 m<sup>3</sup> pour les arrosages des espaces verts.

L'intervention s'est appuyée sur une analyse de l'évolution des consommations des espaces verts au cours des 20 dernières années, sur une série d'entretiens et d'observations avec les services municipaux, pour mieux caractériser les pratiques, ainsi que sur des mesures des performances du matériel disponible et sur un contrôle de l'homogénéité de l'arrosage.

Le programme a permis la mise en place, avec les services concernés, d'un véritable pilotage assisté de l'arrosage public :

- détection des excès et déficits d'eau dans les sols (suivi tensiométrique et humidité),
- ajustement des doses et des durées d'arrosage,
- prise en compte de la demande climatique (bilan hydrique) et calcul prévisionnel des besoins et des apports,
- un conseil sur le choix des équipements et la stratégie de maintenance associée,
- une formation du personnel municipal pour que les résultats obtenus soient durablement conservés.

L'objectif initial du projet était une économie de 10% de l'eau consommée par l'amélioration des pratiques d'arrosage.

**Cette expérience**, basée sur un transfert de connaissances et d'outils, simples d'utilisation, à destination du service des espaces verts de Bouillargues, **a permis au final une économie qui a largement dépassé les objectifs fixés pour atteindre plus de 30% des volumes habituellement consommés.**

C'est ainsi près de 15 000 m<sup>3</sup> d'économie d'eau d'arrosage qui ont été obtenus **soit l'équivalent de la consommation annuelle d'un quartier de 300 habitants.**

Elle se poursuit désormais sans assistance des services de BRL Exploitation et est largement transposable à d'autres collectivités régionales.

## Intérêt financier d'une bonne gestion des irrigations et des équipements

L'optimisation des arrosages nécessite de procéder à des investissements de modernisation des réseaux en place. Dans tous les cas, le retour sur investissement est profitable à la collectivité, en plus de l'intérêt écologique à moins consommer d'eau pour les arrosages.

La rentabilisation des coûts d'investissement pour moderniser les installations d'arrosage des espaces verts et rationaliser la distribution dépend du coût d'approvisionnement de la ressource en eau :

- **2 à 4 ans pour l'eau potable**
- **5 à 8 ans pour l'eau brute**, dont le coût est inférieur à l'eau potable.

Exemple pour 100 m<sup>2</sup> de pelouse type stade :

- Avec de **l'eau potable** et une économie de 40 % des apports, le coût de l'achat d'eau est réduit de 120 € à 72 €/an.
- Avec de **l'eau brute** pour la même réduction de dose, le coût de l'achat d'eau baisse de 40 € à 24 €/an.

L'économie potentielle peut ainsi s'établir, en ordre de grandeur, de 12 € à 36 €/an pour 100 m<sup>2</sup> selon l'origine de l'eau (brute ou potable).

Pour 1 ha d'espaces verts en pelouse, l'économie annuelle potentielle est ainsi de 1 200 € à 3 600 €.



# L'arrosage des espaces verts : pourquoi et comment ?

## Le besoin en eau des plantes

L'eau est le principal constituant de la plante (supérieur à 80%). Elle est nécessaire à son fonctionnement : maintien en vie, développement et croissance.

Elle permet la production de l'énergie nécessaire à la plante par photosynthèse (utilisation de l'énergie du soleil), et participe au transport d'éléments nutritifs depuis les racines (phénomène d'absorption) jusqu'aux feuilles (phénomène de transpiration).

## Le besoin en arrosage



Les étés sont généralement synonymes de manque d'eau et de sécheresse. Les apports naturels (pluies et réserves accumulées dans le sol) sont alors insuffisants pour subvenir aux besoins des plantes (voir la fiche n° 1 « Les besoins en eau en climat méditerranéen »). En situation de manque d'eau, la plante est dite en stress hydrique. En fonction de son intensité, ce stress hydrique a plusieurs conséquences physiologiques :

- > une entrée en vie ralentie de la plante pour économiser ses ressources,
- > un dessèchement (aspect visuel),
- > une augmentation de la sensibilité aux agressions (parasites et maladies),
- > la mort prématurée de la plante.

**Un arrosage est donc nécessaire** pour maintenir la plante en bonne santé.

**ATTENTION** : Un excès d'eau peut se traduire par des symptômes similaires à ceux du stress hydrique : limitation du développement racinaire, sensibilité aux maladies, dépérissement par asphyxie racinaire.

### >>> A RETENIR

L'eau est indispensable à la plante : lorsque les apports naturels sont insuffisants, des arrosages sont nécessaires.

## La quantité d'eau consommée par les plantes

La quantité d'eau consommée par une plante est fonction :

- > de la transpiration des feuilles,
- > de l'évaporation directe du sol.

Le niveau de consommation varie selon :

- > des facteurs climatiques,
- > la plante (espèce, variété, stade de développement...).

Les principaux éléments climatiques qui interfèrent sur la consommation sont : la durée d'ensoleillement, la température, l'humidité de l'air et le brassage de l'air. Ces critères climatiques sont synthétisés par une variable nommée **EvapoTranspiration Potentielle (ETP)**. Elle est calculée à partir de paramètres mesurés sur les stations météorologiques.

Le critère « plante » est pris en compte par un coefficient appelé **coefficient cultural (Kc)**. Le **Kc** varie selon l'espèce végétale et le niveau de développement de la plante (voir la fiche n° 6 « Le coefficient cultural »).

A partir de ces deux variables, on déduit la consommation quotidienne en eau pour une plante :

$$\text{Consommation (mm/jour)} = \text{ETP (mm/jour)} \times \text{Kc} \quad (\text{A savoir : } 1 \text{ mm} = 1 \text{ litre/m}^2)$$

>>> Par exemple

En fonction de la période de l'année, la consommation journalière varie :

- > de 1 à 7 litres pour un m<sup>2</sup> de gazon,
- > d'une dizaine à une centaine de litres pour un arbre (elle dépend de l'espèce et de la taille de l'arbre).

### >>> A RETENIR

La consommation en eau dépend du climat et de la plante. Elle se calcule de la manière suivante :

$$\text{Consommation en eau (mm/jour)} = \text{ETP (mm/jour)} \times \text{Kc}$$

avec ETP : variable climatique, Kc : paramètre « plante »

## Le sol : une réserve d'eau pour la plante

La plante prélève l'eau par les racines et de manière insignifiante par les feuilles, même en cas de fortes rosées. Le sol agit comme un réservoir qui est alimenté naturellement par :

- > les pluies,
- > les remontées capillaires (sol profond ou nappe superficielle).

La capacité de ce « réservoir sol » est variable. Elle dépend :

- > de la texture du sol (% de sable, de limon et d'argile),
- > du taux de matière organique,
- > du pourcentage de terre fine,
- > de la profondeur de sol exploitée par les racines.

Ces différents paramètres permettent de définir la quantité d'eau utilisable par la plante, on parle alors de **Réserve Utile (RU)**. Pour la gestion des arrosages, on ne considère qu'une fraction de la RU appelée **Réserve Facilement Utilisable (RFU)**. Cette notion prend en compte la capacité de la plante à extraire l'eau en plus de la capacité du sol à la retenir.

En espace vert, la **RFU** varie couramment de 0,8 à 1,2 *mm/cm* de sol (0,8 à 1,2 *litre/m<sup>2</sup>* par *cm* de sol).

Pour chaque espace vert, une détermination de la profondeur d'enracinement est nécessaire pour calculer la **RFU** (sur la base de 1 *mm/cm* de sol) :

- > pour un gazon enraciné à 20 *cm*, la **RFU** estimée est de 20 *mm*, soit 20 *litres/m<sup>2</sup>*,
- > pour des arbres bien implantés (plus d'un mètre de racines), la **RFU** estimée est de 100 *mm* soit 100 *litre/m<sup>2</sup>*.

### >>> A RETENIR

Le sol est un réservoir variable en fonction de ses composantes et de la profondeur d'enracinement. Ce réservoir est alimenté principalement par les pluies et peut être complété par des arrosages. La fraction utile de ce réservoir pour les plantes est appelée **RFU**.

En pratique, la **RFU** est estimée à 1 *mm* (ou 1 *litre/m<sup>2</sup>*) par *cm* de sol exploité par les racines.

## Le déclenchement des arrosages

L'arrosage doit être réalisé lorsque la plante ne trouve plus dans le sol l'eau pour satisfaire ses besoins. Pour déterminer le moment où la RFU est vide (c'est-à-dire déterminer le jour de démarrage des irrigations ou de la reprise après un épisode pluvieux), il existe différentes approches :

- > **par calcul** avec la méthode prévisionnelle dite **du bilan hydrique**. La disponibilité est estimée par calcul en prenant en compte les entrées et les sorties d'eau dans le sol. (Voir la fiche n° 5 « Le bilan hydrique »)
- > **par mesure directe de l'eau** dans le sol ou dans la plante. Les paramètres mesurés permettent de déduire :
  - soit l'état de la réserve (mesures de tensiométrie et d'humidité). (Voir la fiche n° 4 « La mesure de l'eau dans le sol »)
  - soit le niveau de stress de la plante (mesures de potentiel foliaire, de turgescence, de température de surface, de flux de sève...). Ces différents outils ne sont pas utilisés dans une gestion des arrosages au quotidien.

### >>> CONSEIL

L'association des deux méthodes (bilan hydrique et mesure directe) permet une meilleure précision dans le pilotage des arrosages.

### >>> CONSEIL

Le déclenchement des arrosages seulement sur critères visuels (feuilles desséchées, jaunissement...) est à éviter car ces symptômes ne sont pas systématiquement liés à un manque d'eau.

### >>> A RETENIR

L'arrosage est déclenché lorsque la RFU est vide. Pour déterminer ce moment, il existe deux méthodes : par calcul avec le bilan hydrique et par mesure.

## La fréquence et la dose unitaire d'arrosage

La fréquence et la dose unitaire d'arrosage sont intimement liées. La gestion de ces deux paramètres doit permettre de couvrir le besoin en eau des végétaux. A titre d'illustration, une augmentation des besoins peut être compensée :

- > soit en augmentant la fréquence et en conservant la même dose,
- > soit en augmentant la dose et en conservant la même fréquence,
- > soit en augmentant un peu les deux paramètres.

Sur les espaces verts, il est recommandé d'**arroser quotidiennement**. Cette fréquence permet de valoriser les pluies en favorisant au maximum le remplissage naturel du « réservoir sol ».

Cependant, la fréquentation des espaces verts (comme une manifestation sportive dans le stade) et les opérations d'entretien (taille, tonte, traitement...) impliquent des aménagements des tours d'arrosage. Une gestion raisonnée des doses par anticipation ou par compensation peut être prévue.

Dans tous les cas, la dose unitaire apportée ne doit jamais excéder la capacité de stockage du sol, pour éviter les pertes par drainage. La dose unitaire d'arrosage se calcule en *mm* :

**Dose unitaire (mm/jour) = Consommation des plantes (mm/jour) x nombre de jours entre 2 arrosages**

### >>> CONSEIL

Pour une gestion journalière des arrosages, l'utilisation de programmeurs d'irrigation est quasi indispensable.

## Le calcul du temps d'arrosage

La dose page précédente se traduit d'un point de vue pratique par un temps d'arrosage. Ce temps d'arrosage dépend des performances de l'installation (pluviométrie).

$$\text{Durée (min/jour)} = \frac{\text{Dose unitaire d'arrosage (mm/jour)} \times 60}{\text{Pluviométrie de l'installation (mm/h)}}$$

La pluviométrie d'une installation traduit la quantité d'eau apportée par unité de surface et par heure de fonctionnement (*mm/h* ou *litre/m<sup>2</sup>/h*). Le détail du calcul de la pluviométrie est présenté dans la fiche n°3 « *L'installation d'arrosage* ».

En pratique, la pluviométrie représente une valeur moyenne : il peut exister des zones recevant moins d'eau (hétérogénéité d'arrosage). Une augmentation de la dose est alors nécessaire pour assurer un apport minimum sur l'ensemble de la surface arrosée.

### >>> A RETENIR

Un arrosage se caractérise par sa fréquence et sa dose unitaire.

La fréquence optimale est un arrosage par jour (en micro-irrigation, il peut y avoir plusieurs arrosages par jour).

La dose unitaire se calcule de la manière suivante :

$$\text{Dose unitaire (mm)} = \text{Consommation des plantes (mm/jour)} \times \text{nombre de jours entre 2 arrosages}$$

A partir de la dose unitaire, une durée d'arrosage est calculée :

$$\text{Durée (min/jour)} = \frac{\text{Dose unitaire d'arrosage (mm)} \times 60}{\text{Pluviométrie de l'installation (mm/h)}}$$



# Les besoins en eau en climat méditerranéen

## Caractéristiques du climat

La région Languedoc-Roussillon est dominée par un climat de type méditerranéen caractérisé de manière générale par :

- > des précipitations faibles et très hétérogènes en période estivale (mois de juin, juillet et août). Ces précipitations peuvent également être très variables géographiquement.
- > une ETP élevée (liée au nombre d'heures d'ensoleillement, à la présence de vent, à la faible humidité de l'air...) en période estivale et très peu variable géographiquement.

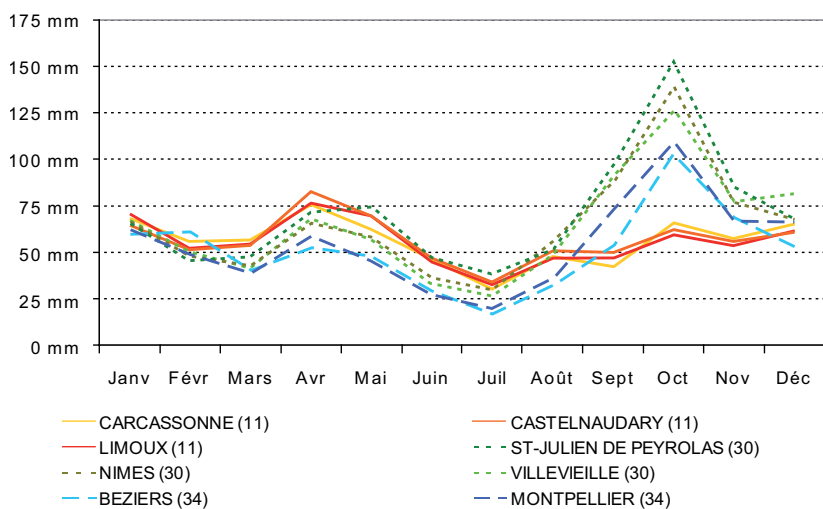
**Précipitations estivales moyennes (de juin à août) : de 70 mm à 140 mm.**

**ETP ou consommation estivale moyenne (de juin à août) : entre 500 et 550 mm.**

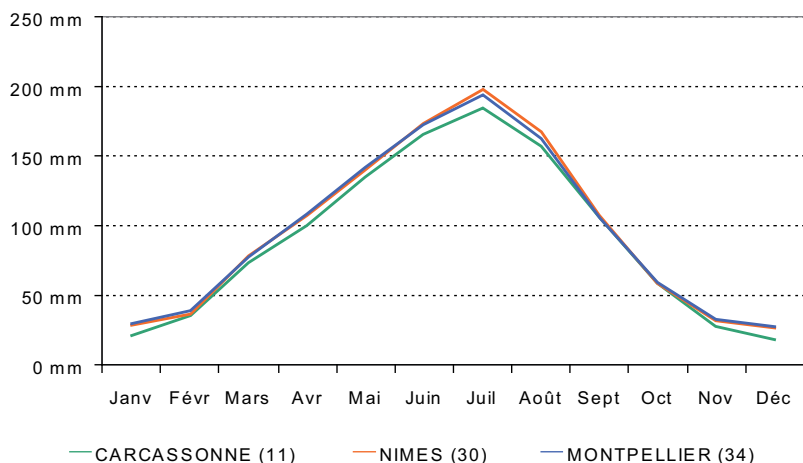
### >>> A RETENIR

En période estivale, les faibles pluies ne compensent pas la demande climatique (ETP), d'où un besoin en arrosage pour satisfaire la consommation en eau de la majorité des plantes.

### Précipitations moyennes de quelques villes du Languedoc-Roussillon (données Météo France)



### ETP moyenne de 3 villes du Languedoc-Roussillon (données Météo France)

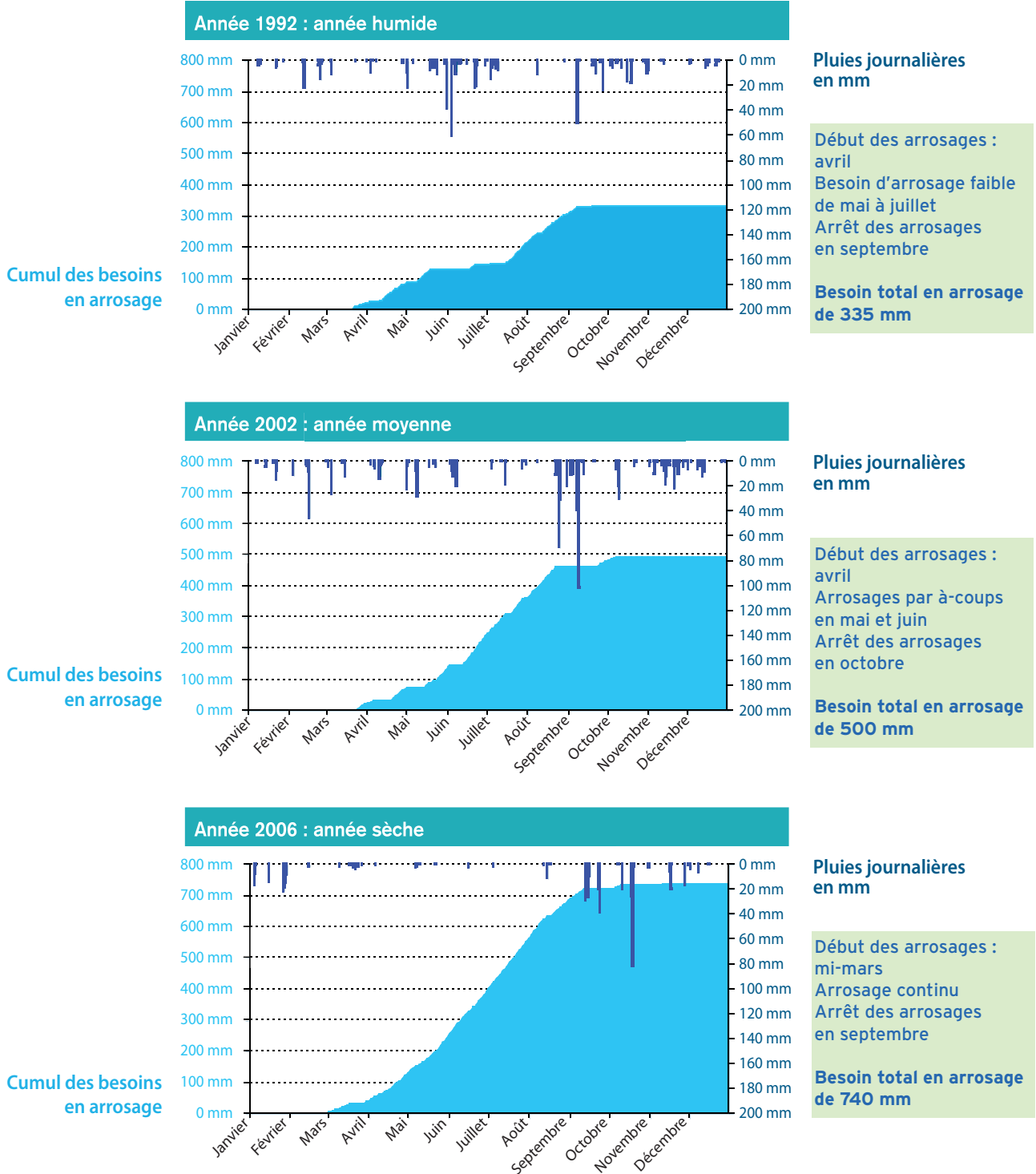


## Comparaison des besoins en arrosage sur 3 années (sèche, moyenne et humide)

Cas d'un gazon, enraciné à 20 cm (RFU de 20 mm) à Saint-Gilles (30)

Le graphique présente :

- > le cumul des besoins en arrosage (en mm) sur l'ensemble de l'année sur l'axe du bas.
- > le cumul journalier des précipitations (en mm) sur l'axe du haut.



### >>> A RETENIR

En fonction des années climatiques et notamment des précipitations, les besoins en arrosage sont variables.

Pour chaque campagne, il faut :

- > **mesurer les pluies localement** - l'installation d'un pluviomètre à proximité des espaces verts est recommandée.
- > **connaître l'ETP, de préférence de l'année** - une mesure locale n'est pas nécessaire : l'ETP d'une commune voisine peut convenir.

# Les techniques d'arrosage et leur principe

Il existe deux techniques principales d'arrosage en espace vert : l'irrigation par aspersion et l'irrigation localisée.

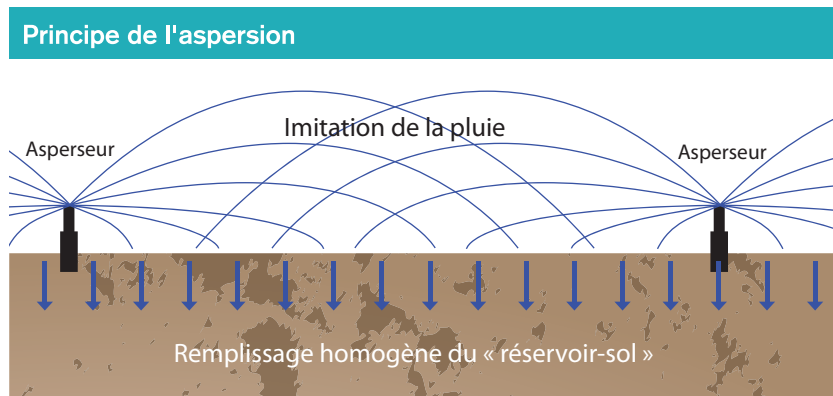
## L'irrigation par aspersion

### Principe

C'est une technique qui imite l'action de la pluie (voir schéma ci-dessous) :

- > l'arrosage est homogène sur la surface arrosée (sous réserve d'un bon réglage du matériel),
- > l'arrosage est sous forme de pluie fine permettant une bonne infiltration,
- > l'arrosage remplit le « réservoir-sol » de manière contrôlée.

Pour imiter une pluie, l'eau est envoyée sous pression à travers des asperseurs et retombe en fines gouttes sur le sol (la taille des gouttes peut varier en fonction du matériel).



### Type d'aménagement adapté

- > les grandes surfaces type stades, golf, parc...
- > les espaces verts aménagés avec des espèces végétales couvrantes.

### Intérêts de l'aspersion :

- > une couverture totale de la surface à arroser,
- > une répartition homogène de l'eau,
- > un nombre de distributeurs limité.

### Contraintes de l'aspersion :

- > une baisse de la qualité de l'arrosage, en condition ventée, en pression non stable.
- > un besoin élevé en pression,
- > un arrosage hors période de fréquentation des espaces verts.

### Type de matériel : canons, turbines, tuyères.

#### Caractéristiques principales :

- > large gamme de débit et de portée,
- > besoin de forte pression de fonctionnement.

	Portée	Débit
Tuyère	1 à 6 m	0,5 à 20 l/min
Turbine	4 à 30 m	2 à 300 l/min
Canon	30 à 60 m	300 à 1200 l/min

La diversité de matériels s'adapte à de nombreuses configurations d'espaces verts (taille et forme).

Le matériel est détaillé dans la fiche n° 3 : « L'installation d'arrosage ».

## L'irrigation localisée

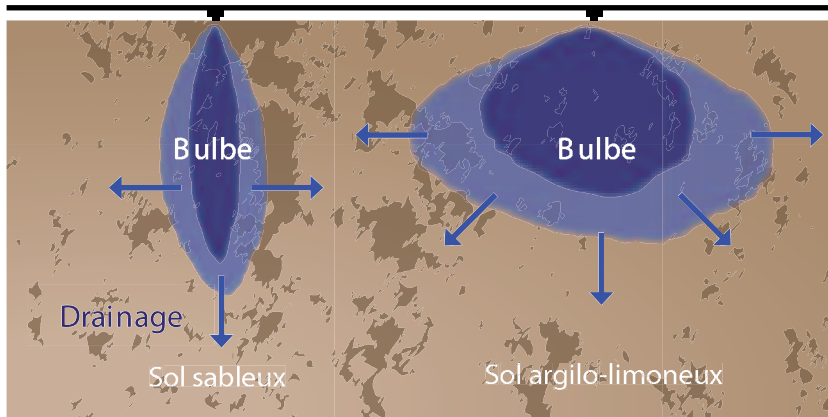
### Principe

Cette technique consiste à humidifier une portion de sol, dans la zone racinaire d'une plante. Il y a création d'une zone humide (ou bulbe) par un apport d'eau localisé (voir schéma ci-dessous). Ce bulbe est maintenu au cours du temps en ajustant les apports pour :

- > conserver une humidité suffisante par rapport à la consommation d'eau de la plante,
- > éviter le drainage ou l'asphyxie racinaire par excès d'eau.



### Principe et diffusion de l'eau en fonction des sols



rampe de goutte à goutte

Les racines se développent principalement dans la zone humide artificiellement créée. Pour éviter les pertes par drainage, un fractionnement de la dose journalière est conseillé.

### Type d'aménagement adapté

- > les espaces de petite taille agrémentés de plantes individuelles,
- > les linéaires de haies et arbustifs,
- > les plantes isolées : arbres, arbuste...

### Intérêts de l'irrigation localisée :

- > un arrosage localisé permettant l'occupation et la fréquentation de l'espace vert par le public,
- > non sensible au vent,
- > un arrosage limitant le développement des mauvaises herbes,
- > pas de mouillage du feuillage.

### Contraintes de l'irrigation localisée :

- > une variation de débit en fonction de la pression,
- > un besoin d'une eau filtrée.

### Type de matériel : goutte à goutte, micro-diffuseurs...

#### Caractéristiques principales :

- > faible débit d'arrosage (1 à 4 l/h),
- > faible portée d'arrosage (micro-diffuseurs),
- > faible pression de fonctionnement.

	Portée	Débit
Goutte à goutte	Nul	2 à 4 l/h
Micro-asperseurs	1 à 4 m	15 à 130 l/h

#### >>> REMARQUE

Pour le goutte à goutte, il existe des distributeurs autorégulant qui permettent de conserver un débit régulier quelle que soit la pression.

Le matériel est détaillé dans la fiche n° 3 « L'installation d'arrosage ».

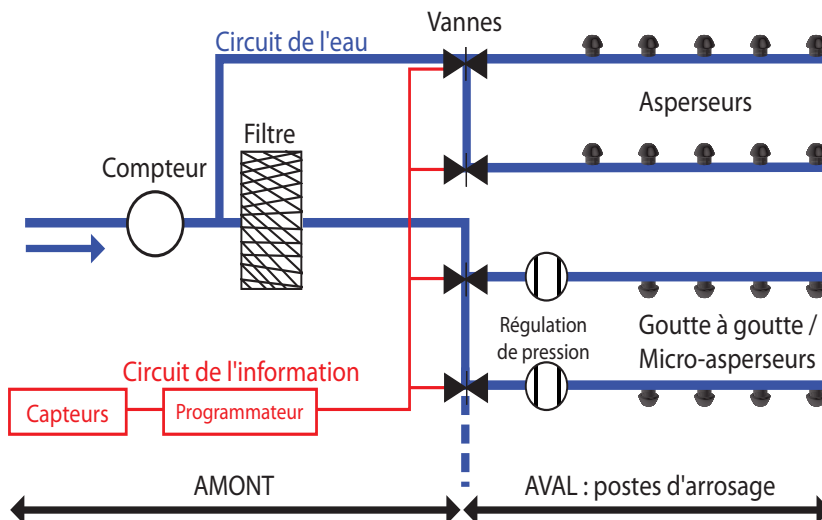
# L'installation d'arrosage

## Conception - Caractéristiques - Entretien

### Installation type

Une installation type peut se décomposer en deux parties :

- > la partie amont : desserte en eau et matériels de gestion des arrosages (programmeurs, capteurs...),
- > la partie aval : les unités d'arrosages.



Les différents équipements peuvent être classés en fonction de leur rôle :

- > **les distributeurs d'eau** : 4 types d'équipement existent, à choisir en fonction des objectifs et des contraintes d'arrosages. (Voir le tableau « Facteur de décision »).
- > **les vannes** : elles contrôlent le commencement et la fin des arrosages. Elles peuvent être manuelles ou programmables.
- > **le matériel « correcteur »** (exemple : filtre, régulateur...) : ce type de matériel permet d'améliorer le fonctionnement de l'installation.
- > **les automates ou programmeurs** : ils permettent une automatisation des arrosages. Ce genre d'appareil réduit la charge de travail des gestionnaires.
- > **les capteurs** : ils mesurent des données (de climat ou d'humidité du sol) permettant aux automates ou aux programmeurs de déclencher et de calculer les apports en eau.

Lors de la conception, plusieurs facteurs sont à prendre en compte pour choisir son matériel :

- > le type d'espace vert,
- > l'aspect desserte (pression et débit) et qualité de l'eau,
- > les conditions du milieu : la topographie, l'exposition au vent et le type de sol,
- > la fréquentation et le type d'usagers de l'espace vert : créneaux d'arrosage, vandalisme...

L'avis des gestionnaires est également important pour le choix des équipements. Pour éviter un parc matériel trop diversifié et faciliter l'utilisation des équipements (exemple des programmeurs), des consignes sont nécessaires entre gestionnaires et concepteurs pour sélectionner les équipements (constructeur, marque et modèle).

Pendant l'exploitation (remplacement de matériel vétuste ou réparation), des consignes sont également nécessaires pour conserver un parc matériel homogène par espace vert et entre espaces verts.





## Facteurs de décision pour choisir les distributeurs d'eau

Type d'équipement	Besoin étude conception	Facilité de pilotage	Facilité d'entretien	Sensibilité au vent	Sensibilité à la pente	Sensibilité au vandalisme	Sensibilité qualité eau (MES)*	Tolérance variations pression	Besoin en pression	Besoin en débit	Pluviométrie	Qualité de répartition	Efficience de l'eau
Turbines	Tuyère	Bonne	Bonne	Sensible	Sensible	Sensible	Faible moyenne 500 $\mu$ m	Sensible	Faible mini 1 bar	Important	40 - 150 mm/h	Moyenne	Moyenne
	Petite portée (5 x 5 à 10 x 10 mètres)	Bonne	Bonne	Sensible	Peu sensible	Sensible	Moyenne < 400 $\mu$ m	Sensible	Moyen mini 2 bar	Moyen	10 - 15 mm/h	Bonne	Bonne
	Moyenne portée (10 x 10 à 15 x 15 mètres)	Bonne	Bonne	Sensible	Peu sensible	Sensible	Moyenne < 400 $\mu$ m	Sensible	Moyen mini 3 bar	Moyen	10 - 20 mm/h	Bonne	Bonne
Canon	Besoin élevé	Bonne	Bonne	Très sensible	Très sensible	Très peu sensible	Très faible < 2 mm	sensible	Elevé mini 5 bar	Important	10 - 20 mm/h	Moyenne	Bonne
Goutte à goutte	Besoin moyen	Moyenne	Moyenne	Pas sensible	Très peu sensible	Peu sensible	Très forte 100 $\mu$ m	Peu sensible (auto-reg)	Faible mini 1 bar	Faible	0,5 - 5 mm/h	Très bonne	Très bonne

\* MES : Matières En Suspension



## Caractéristiques d'une installation

### PRESSIION DE FONCTIONNEMENT

La pression et le débit sont directement liés : une variation de pression implique une modification du débit (cf. formule).

$$Q = k \times \sqrt{H}$$

avec H la pression, Q le débit et k une donnée en fonction du matériel

Pour chaque installation, il existe une pression optimale de fonctionnement qui permet de réaliser un arrosage de qualité.

Cette pression de fonctionnement doit être :

- > disponible au moment de l'arrosage,
- > stable durant l'arrosage.

### DÉBIT DE L'INSTALLATION

Le débit est un paramètre propre à chaque poste d'arrosage.

Il dépend :

- > du nombre de distributeurs,
- > du débit de chaque distributeur. C'est une donnée constructeur : elle varie en fonction du type de distributeur (tuyère, turbine, goutte à goutte...) et du modèle.

Le débit d'une installation est proportionné en fonction de la surface à arroser pour optimiser les temps de fonctionnement.

### PLUVIOMÉTRIE DE L'INSTALLATION (fiche de calcul à la fin de la rubrique)

La pluviométrie définit la quantité d'eau apportée par m<sup>2</sup> par heure. Chaque installation a une pluviométrie distincte.

Elle est exprimée en litre/m<sup>2</sup>/h ou mm/h.

Elle dépend :

- > du distributeur,
- > de la pression de fonctionnement,
- > de la répartition des distributeurs ou maille (voir la fiche de calcul page 20).

L'ensemble de ces paramètres est fixé à la conception.

La pluviométrie est un élément intervenant dans le calcul du temps d'arrosage (voir la fiche n° 8 « Les étapes du calcul de la durée d'arrosage »).

#### >>> CONSEIL

Lors de la réception d'un nouvel espace vert et de son équipement :

- > faites un recensement du matériel,
- > récupérez les caractéristiques de l'installation. En l'absence de données, des mesures de terrain sont nécessaires.



## Maintenance et entretien de l'installation

### EN DÉBUT DE CAMPAGNE D'ARROSAGE

- > nettoyage des installations : purge des réseaux et nettoyage des filtres.
- > vérification du matériel : changement des appareils défectueux, remplacement en cas de casses et de vol.
- > vérification des programmeurs : état des batteries et contrôle des programmations en mémoire et des vannes.
- > vérification des angles d'arrosages et repositionnement des distributeurs.

#### >>> CONSEIL

Enregistrez les différentes opérations réalisées par espace vert (historique des entretiens, des réparations, des arrosages et de leur programmation...) pour optimiser la gestion et l'organisation du travail.

### EN ROUTINE

- > contrôle de l'installation (notamment sur les espaces verts sensibles) : vérification des réglages, contrôle du fonctionnement, contrôle des fuites, nettoyage de filtre...
- > suivi des consommations : relevé d'index de compteur pour analyser la consommation, détecter les fuites et les colmatages.

### EN FIN DE CAMPAGNE

- > mise hors gel de l'installation : fermeture des vannes en amont et vidange des réseaux.
- > arrêt des programmations et retrait des batteries.

Pour les installations de goutte-à-goutte, un nettoyage des gaines et des goutteurs peut être réalisé en fonction de la qualité de l'eau : utilisation d'une solution acide pour les problèmes de calcaire, d'une solution chlorée pour la matière organique (exemple : les algues).

## Contrôle simple des performances

### MESURE DE LA PRESSION

#### > Au niveau du compteur :

Vérifier ponctuellement la pression disponible à l'aide d'un manomètre.

En cas de problème manifeste de pression : contrôler la pompe ou contacter le gestionnaire du réseau.

#### > Au niveau des distributeurs :

**Asperseur** : mesurer la pression à l'aide d'un manomètre équipé d'un raccord pour se mettre en sortie d'asperseur (exemple : tube de Pitot). Ce type de mesure permet de contrôler l'homogénéité de la pression sur son installation (Coefficient d'uniformité de Christiansen).

**Goutte à goutte** : mesurer la pression dans la gaine à l'aide d'un manomètre (prévoir une prise de pression dans la rampe).



### MESURE DE DÉBIT

#### > Au niveau du compteur :

Vérifier ponctuellement le débit appelé par l'installation par un relevé d'index sur le compteur.

#### > Au niveau des distributeurs :

**Asperseur** : en pratique, le débit par asperseur est difficilement mesurable. Cette donnée peut s'obtenir par calcul, à partir de la mesure de pression et des données constructeur, par poste avec le compteur.

**Goutte à goutte** : mesurer et comparer le débit de quelques goutteurs. Ce type de mesure permet de contrôler l'homogénéité du débit sur son installation (Coefficient d'uniformité de Keller et Karmeli).

#### >>> CONSEIL

Pour réaliser les mesures sur les distributeurs, renseignez-vous auprès de professionnels pour prendre connaissance des protocoles de mesure.

### CONTRÔLE À FAIRE EN CAS DE DYSFONCTIONNEMENT

En cas de pression insuffisante ou de faible débit, vérifier :

- 1 - l'absence de fuites ou de casses sur votre installation,
- 2 - l'état de votre filtre si votre installation en est équipée,
- 3 - l'état des distributeurs : en cas de bouchage ou colmatage, un nettoyage est nécessaire et la filtration est à revoir.

Si le problème perdure, un diagnostic par un professionnel est conseillé.

#### >>> CONSEIL

Lors du remplacement d'un matériel, choisissez un équipement aux caractéristiques techniques identiques pour assurer la continuité de performance de l'installation.

## Calcul de la pluviométrie de l'installation

Référence du poste d'arrosage

Nom de l'espace vert

Type de matériel

Mesure du débit par poste d'arrosage

Date	Index compteur (litre)		Durée de l'arrosage (heure)	Débit du poste (litre/heure)	Surface arrosée (m <sup>2</sup> )	Pluviométrie du poste (mm/heure)
	Avant arrosage	Après arrosage				

Avec :

$$\text{Débit (l/h)} = \frac{\text{Index après arrosage (l)} - \text{Index avant arrosage (l)}}{\text{Durée de l'arrosage (h)}}$$

Surface arrosée : donnée connue ou à mesurer

$$\text{Pluviométrie (mm/h)} = \frac{\text{Débit de l'installation (l/h)}}{\text{Surface arrosée (m}^2\text{)}}$$

Contrôle du débit des distributeurs

Date	Débit distributeur (litre/heure)	Maille (m <sup>2</sup> )	Pluviométrie de l'installation (mm/heure)

Avec :

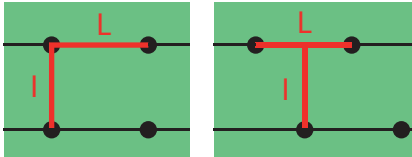
Débit distributeur : une donnée constructeur ou à mesurer

Maille : donnée calculée (voir « Calcul de maille »)

$$\text{Pluviométrie (mm/h)} = \frac{\text{Débit distributeur (l/h)}}{\text{Maille (m}^2\text{)}}$$

# Calcul de la maille

**Situation 1 : exemple d'un stade - asperseurs vue de dessus.**



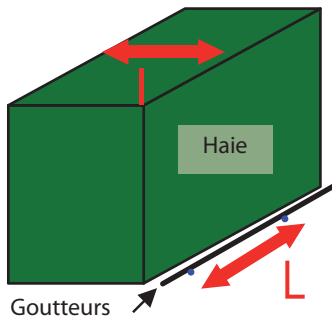
Maillage  
rectangulaire

Maillage  
triangulaire

**Maille ( $m^2$ /asperseur) =  $L(m) \times l(m)$**   
avec  $L$  et  $l$  les distances entre asperseurs.

$$m^2 = \quad m \times \quad m$$

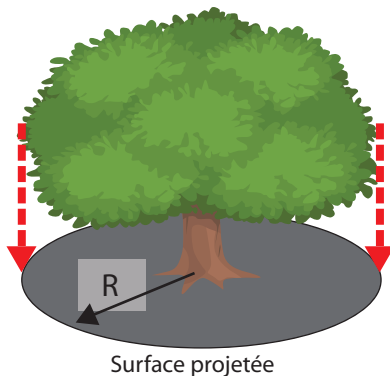
**Situation 2 : exemple d'un aménagement le long d'une route.**



**Maille ( $m^2$ /asperseur) =  $L(m) \times l(m)$**   
avec  $L$  = distance entre 2 goutteurs  
 $l$  = largeur de la haie.

$$m^2 = \quad m \times \quad m$$

**Situation 3 : plante isolée.**



**Maille ( $m^2$ /asperseur) =  $\frac{\Pi \times R^2(m)}{\text{nb de goutteur par plante}}$**

avec  $\Pi \times R^2$  = surface projetée du feuillage

$$m^2 = \Pi \times \quad m^2 / \quad$$



# La mesure de l'eau dans le sol

Il existe deux types de mesure :

- > la mesure de l'humidité volumique,
- > la mesure de la tension de l'eau dans le sol.

Ces mesures apportent une connaissance directe de l'eau dans le sol et estiment l'état de la réserve. Elles représentent un complément utile aux méthodes prévisionnelles (le bilan hydrique) permettant le recalage des modèles.

(Voir la fiche n°5 « Le bilan hydrique »)

Il est également possible de piloter les arrosages grâce à ces outils en faisant des mesures régulières :

- > déclenchement et arrêt des arrosages,
- > ajustement des doses.

## Mesure de l'humidité volumique

Cette mesure estime le pourcentage d'eau dans le sol. Elle comptabilise toute l'eau présente dans le sol :

- > l'eau « liée », correspondant à la fraction non utilisable par la plante,
- > l'eau utile qui est contenue dans le « réservoir-sol » (RU).

A partir de plusieurs mesures, il est possible :

- > d'estimer la RFU,
- > de mesurer la quantité d'eau à un instant donné.

### ESTIMATION DE LA RFU

La capacité du réservoir correspond à la différence entre :

- > **la capacité au champ** qui est le niveau haut de la RU  
*On la détermine en mesurant l'humidité du sol saturé en eau après ressuyage, c'est-à-dire après des épisodes pluvieux ayant apporté de forts cumuls ou en situation de sur-arrosage.*
- > **le niveau bas de la RFU**  
*On le détermine en mesurant l'humidité du sol en situation de déficit, c'est-à-dire un sol asséché et non arrosé.*

### CALCUL DE LA RFU

La RFU peut être approchée par calcul, sur la base des analyses de sols. Elle est équivalente au 2/3 de la RU.

### CRITIQUE DE LA MESURE D'HUMIDITÉ

La détermination de la RFU par mesure d'humidité nécessite de la pratique et du temps :

- > l'estimation de la RFU demande un traitement et une interprétation des valeurs mesurées.
- > les seuils a et b ne sont pas facilement identifiables. Une répétition des mesures est nécessaire pour s'affranchir des imprécisions du matériel de mesure.
- > la démarche est à reproduire pour chaque espace vert, car la valeur de la RFU est propre à chaque sol. Elle doit être adaptée pour chaque espèce (profondeur de l'enracinement).

## Mesure de la tension de l'eau dans le sol

Cette technique évalue la disponibilité de l'eau dans le sol en mesurant la force avec laquelle le sol retient l'eau (tension). Plus la tension est élevée (en valeur absolue), moins l'eau est accessible pour la plante.

Cette mesure permet de :

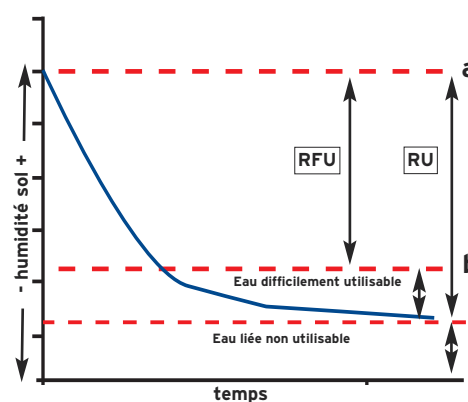
- > mesurer le besoin en arrosage,
- > détecter les excès d'eau (engorgement).

A partir des valeurs mesurées, il est possible de déduire directement des préconisations en matière d'arrosage.

### GRILLE DE LECTURE DES VALEURS MESURÉES

Valeur mesurée	Signification	Préconisations de manière générale
0 à 10 centibars	Sol saturé	Arrosage inutile
10 à 20 centibars	Sol ressuyé	Arrosage inutile
20 à 70 centibars	Eau disponible	Maintien des arrosages
Au-delà de 70 centibars	Hors zone de confort hydrique	Ressources insuffisantes : arrosage nécessaire (le seuil dépend des espèces végétales)

Consommation de la réserve du sol



**CRITIQUE DE LA MESURE TENSIONMÉTRIQUE :**

La mesure ne renseigne pas sur la quantité d'eau dans le sol, mais juste sur sa disponibilité pour les plantes. L'interprétation immédiate des valeurs mesurées permet une prise de décision rapide : démarrage, arrêt ou maintien des arrosages.

**Positionnement des sondes pour le pilotage**

Le positionnement des sondes se raisonne selon deux aspects :

- > la distance par rapport aux distributeurs,
- > la profondeur : des sondes peuvent être placées :
  - dans la zone racinaire pour mesurer l'eau disponible et piloter les arrosages,
  - sous la zone racinaire pour détecter les excès d'eau par drainage.

**POSITIONNEMENT DES SONDES EN ASPERSION**

- 1 - Choisir une zone représentative de l'espace vert en termes de couverture végétale et de qualité de l'arrosage.
- 2 - Placer les sondes à 1/3 de la portée des asperseurs.
- 3 - Enterrer les sondes en fonction de la profondeur d'enracinement :
  - dans la zone racinaire, généralement à 10-15 cm de profondeur.
  - sous la zone racinaire.

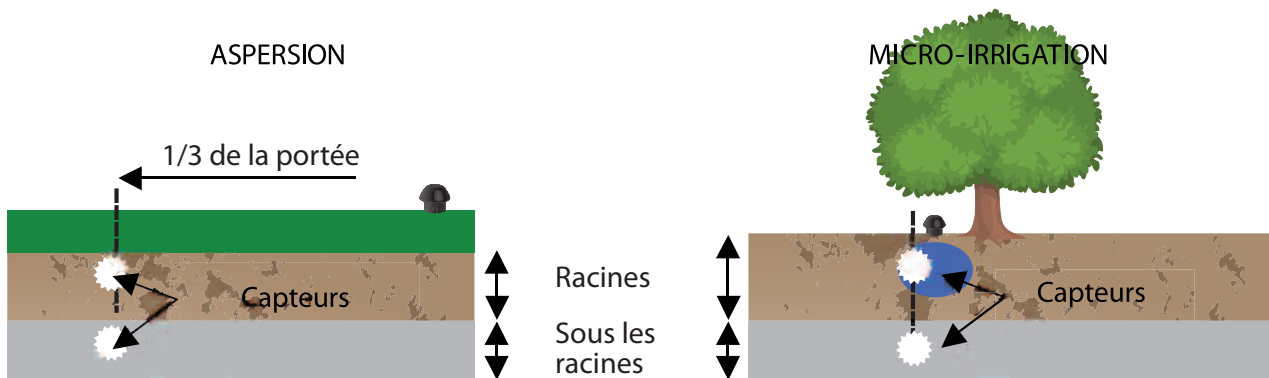
**POSITIONNEMENT DES SONDES EN MICRO-IRRIGATION**

- 1 - Placer les sondes à proximité du distributeur.
- 2 - Enterrer les sondes à plusieurs profondeurs :
  - dans la zone humide et dans la zone racinaire,
  - sous la zone humide.

**>>> CONSEIL**

Soyez précautionneux lors de l'implantation des sondes. La création de chemins préférentiels pour l'eau peut fausser les mesures.

**ATTENTION :** mesures ponctuelles : vérifiez leur représentativité

**>>> REMARQUE**

Le couplage des mesures volumiques et tensionométriques facilite le calcul de la RFU

# Le bilan hydrique : méthode d'évaluation de la quantité d'eau disponible

## Objectif

Déterminer quand et combien arroser.

Démarche : réaliser un bilan en prenant en compte les apports et les pertes d'eau au niveau du « réservoir sol ».

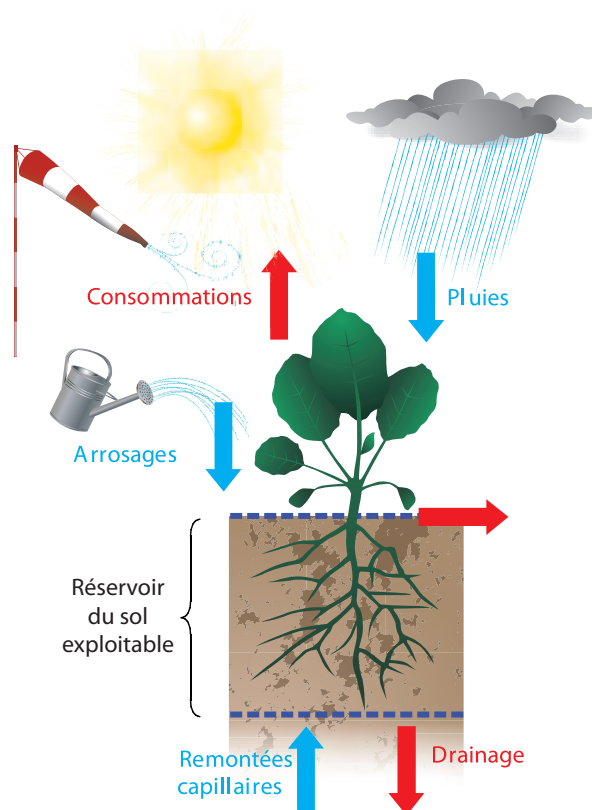
**Quantité d'eau disponible =**

**Stock + Entrées (pluies + remontées capillaires + arrosage)**

**- Sorties (consommation + ruissellement + drainage)**

## Données nécessaires

Données	Origine
Réserve Facilement Utilisable (RFU)	Mesure terrain, mesure laboratoire ou données moyennes
Demande climatique (ETP)	Valeurs moyennes ou service météorologique ou stations automatiques
Coefficient cultural Kc	Bibliographie ou la rubrique « Le coefficient cultural »
Précipitations locales	Pluviomètre ou service météorologique



## Estimation de la capacité du réservoir

**Estimation pratique :**

On considère en moyenne qu'un sol peut fournir 1 litre/m<sup>2</sup>/cm de sol exploré par les racines, soit 1 mm/cm.

$$\text{RFU (litre/m}^2 \text{ ou mm)} = \text{Profondeur racinaire (cm)} \times 1 \text{ (mm/cm)}$$

Pour chaque espace vert, la profondeur racinaire est à mesurer par observation directe : réalisation d'un profil de sol.

**Estimation laboratoire :**

A partir de la texture du sol (% de sable, de limon et d'argile) analysée en laboratoire, il est possible de déterminer la valeur de la RU (utilisation du triangle des textures de **Jamagne et Bretemieux**).

>>> Exemple : Pour un sol avec 49% de limon, 29% d'argile et 22% de sables, la RU est égale à 1,8 mm/cm de sol.

**Estimation à partir de la mesure de l'humidité du sol :** voir la fiche n° 4 « La mesure de l'eau dans le sol »

## Détermination des composantes du bilan

**Pluies :** on comptabilise l'ensemble des précipitations (éventuellement la neige).

La rosée n'est pas comptabilisée, elle est négligeable.

**Remontée capillaire :** de l'eau remonte depuis la partie non exploitée par les racines (sol profond, nappes...).

En l'absence de nappe d'eau souterraine, les remontées capillaires sont considérées comme nulles.

**Arrosages :** maîtrisés par le gestionnaire de l'espace vert, ils viennent compléter les apports naturels.

**Consommation :** elle est calculée à partir de la demande climatique ETP et du coefficient cultural Kc.

$$\text{Consommation en eau (mm/j)} = \text{ETP (mm/j)} \times \text{Kc}$$

Dans certaines conditions, un coefficient de correction est appliqué à la consommation en fonction de l'environnement de l'espace vert (zone abritée, zone ventilée). En pratique, les gestionnaires d'espaces verts appliquent d'eux-mêmes des corrections en se basant sur l'aspect visuel.

**Ruissellement** : c'est la perte d'eau en surface par écoulement (fonction de l'état de la surface du sol, de la pente du terrain et de l'intensité des apports d'eau)

**En pratique** : pour prendre en compte le ruissellement, on applique un coefficient d'efficacité pour les pluies en fonction de leur intensité (caractère orageux).

>>> Exemple :

- pour une pluie fine de 30 mm, le coefficient est de 100% : on comptabilise 30 mm efficaces.
- pour un orage de 30 mm, on estime un coefficient de 50% : on comptabilise 15 mm efficaces.

**Drainage** : c'est la perte d'eau en profondeur s'il y a trop d'eau dans le sol.

**En pratique** : le drainage est difficilement mesurable surtout en espace vert où les sols sont plutôt bien drainés. Ce paramètre est pris en compte dans le bilan en limitant la capacité du réservoir : les apports en excès sont considérés comme perdus.

En pratique le bilan peut se simplifier à :

Quantité d'eau disponible = Stock + Pluies + Arrosages - Consommation  
avec l'application d'un coefficient d'efficacité pour les pluies.

## Interprétation des valeurs du bilan hydrique

Niveau de la RFU	Action
Réserve vide	Arroser ou augmenter la dose d'arrosage
Entre 0 et la valeur de la RFU	Eau disponible dans le réservoir sol : arrosage non nécessaire
Réserve remplie	Arrêt des arrosages

>>> Exemple de bilan hydrique pour un gazon enraciné à 20 cm :

Calcul de la capacité de la réserve :

$$RFU = 20 \text{ cm} \times 1 \text{ mm/cm} = 20 \text{ mm}$$

Récupération des données :

- > **Quantité d'eau dans la réserve en début de campagne** : mesurer l'eau dans le sol ou commencer le bilan après une grosse pluie efficace remplissant la réserve.
- > **Pluie** : utilisation d'un pluviomètre sur site.
- > **Kc** : récupération dans une table de référence (voir la rubrique « Le coefficient cultural »).
- > **ETP** : données moyennes prévisionnelles (Météofrance) et mise à jour à partir de bulletin d'irrigation.

## Calcul du bilan hydrique

Date	Pluies efficaces (mm)	Coef. Cultural Kc	ETP (mm/j)	Consommation (mm/j) = Kc x ETP	Entrée / Sortie eau dans réservoir sol (mm) = Pluie - Kc x ETP	Etat réservoir sol sans irrigation (mm)		Arrosage (mm)	Etat réservoir sol avec irrigation (mm)		
						= Réserve sol + (pluie - Kc x ETP) réservoir	niveau réservoir		= Réservoir sol + (pluie - Kc x ETP) + arrosage	niveau réservoir	
30/06/2009					Démarrage du calcul du bilan, réserve pleine						
01/07/2009	0	0,8	5	0,8 x 5 = 4,0	0 - 4 = -4	20 - 4 = 16	16,0	0	20 - 4 + 0 = 16,0	16,0	
02/07/2009	3	0,8	5	0,8 x 5 = 4,0	3 - 4 = -1	16 - 1 = 15	15,0	0	16 - 1 + 0 = 15,0	15,0	
03/07/2009	0	0,8	5	0,8 x 5 = 4,0	0 - 4 = -4	15 - 4 = 11	11,0	0	15 - 4 + 0 = 11,0	11,0	
04/07/2009	0	0,8	5	0,8 x 5 = 4,0	0 - 4 = -4	11 - 4 = 7	7,0	0	11 - 4 + 0 = 7,0	7,0	
05/07/2009	0	0,8	5	0,8 x 5 = 4,0	0 - 4 = -4	7 - 4 = 3	3,0	0	7 - 4 + 0 = 3,0	3,0	
06/07/2009	0	0,8	6	0,8 x 6 = 4,8	0 - 4,8 = -4,8	3 - 4 = -1	0,0	4,8	3 - 4,8 + 4,8 = 3,0	3,0	

Données météorologiques et plantes

Consommation calculée

Eau disponible dans le sol sans arrosage

Dose calculée ou relevée

Eau disponible dans le sol avec arrosage

## Bilan avec intégration d'un épisode pluvieux

07/07/2009	3	0,8	6	0,8 x 6 = 4,8	0 - 4,8 = -4,8	3 - 4,8 = -1,8	0,0	4,8	3 - 4,8 + 4,8 = 3,0	3,0
08/07/2009	0	0,8	6	0,8 x 6 = 4,8	0 - 4,8 = -4,8	3 - 4,8 = -1,8	0,0	4,8	3 - 4,8 + 4,8 = 3,0	3,0
09/07/2009	0	0,8	6	0,8 x 5 = 4,0	0 - 4 = -4	3 - 4,0 = -1	0,0	4	3 - 4,0 + 4,0 = 3,0	3,0
10/07/2009	0	0,8	6	0,8 x 5 = 4,0	0 - 4 = -4	3 - 4,0 = -1	0,0	4	3 - 4,0 + 4,0 = 3,0	3,0
11/07/2009	30	0,8	6	0,8 x 2 = 1,6	30 - 1,6 = 28,4	0 + 30 - 1,6 = 28,4	20,0	0	0 + 30 - 1,6 = 28,4	20,0
12/07/2009	0	0,8	6	0,8 x 6 = 4,8	0 - 4,8 = -4,8	20 - 4,8 = 15,2	15,2	0	20 - 4,8 = 15,2	15,2
13/07/2009	0	0,8	6	0,8 x 6 = 4,8	0 - 4,8 = -4,8	15,2 - 4,8 = 10,4	10,4	0	15,2 - 4,8 = 10,4	10,4

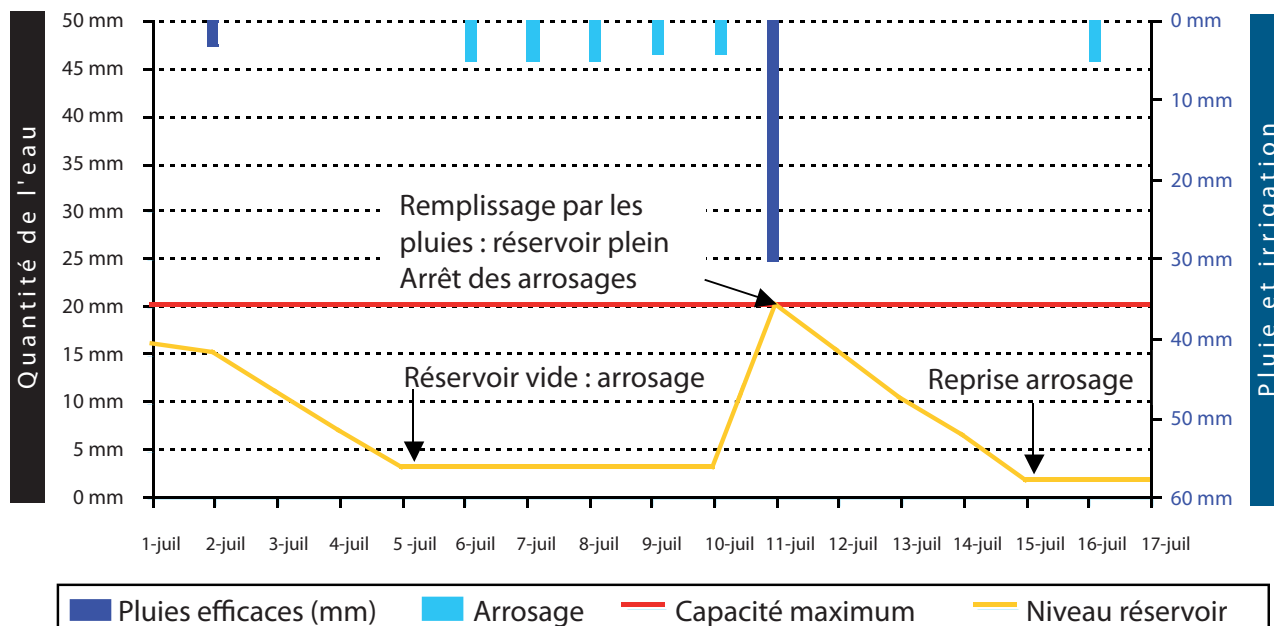
Pluie remplissant la réserve du sol : arrêt des irrigations

Plafonnement de la recharge à la valeur maxi de la RFU



## Représentation graphique :

Sur ce graphique sont représentées des données du bilan hydrique réalisé page précédente : la variation de la quantité d'eau dans le réservoir, les pluies et les arrosages. L'illustration graphique permet de visualiser l'évolution du stock d'eau dans le sol et l'action des pluies et des arrosages.



## Bilan :

Dans cet exemple, les arrosages sont réalisés :

- > lorsque le « réservoir sol » est vide,
- > de manière quotidienne,
- > à hauteur de la consommation des plantes : Dose d'arrosage = Consommation journalière des plantes.

Cette stratégie a permis de maintenir un niveau en eau faible et constant dans le réservoir.

Le niveau maintenu est suffisant pour les plantes, et a permis un remplissage maximal du réservoir par la pluie.

# Le coefficient culturel de quelques espèces végétales

## Coefficient culturel ou Kc :

coefficient pondérant la consommation en eau en fonction de la plante.

Gazons et graminées		Kc
Agrostis capillaris	Agrostide capillaire	0,8
Agrostis palustris	Agrostide rampante	0,8
Agrostis tenuis	Agrostide commune	0,8
Cynodon spp.	Chiendent	0,6
Festuca arundinacea	Fétuque élevée	0,8
Festuca glauca	Fétuque bleue	0,2
Festuca pratensis	Fétuque des près	0,8
Festuca rubra	Fétuque rouge	0,8
Lolium multiflorum Lam.	Ray-grass d'Italie	0,8
Lolium perenne	Ray-grass Anglais	0,8
Miscanthus sinensis	Roseau de Chine, Eulalie	0,8
Paspalum vaginatum	Paspale	0,6
Pennisetum clandestinum	Kikuyu	0,6
Poa annua	Pâturin annuel	0,8
Poa pratensis	Pâturin des près	0,8
Poa trivialis	Pâturin commun	0,8
Stenotaphrum secundatum	Faux Kikuyu	0,6
Stipa tenuissima	Cheveux d'ange	0,2
Zoysia japonica	Zoysia du Japon	0,6



## Vivaces et plantes en forme de coussin

Vivaces et plantes en forme de coussin		Kc
Agapanthe africanus	Agapanthe	0,5
Armeria maritima	Armérie maritime	0,5
Artemisia lanata	Armoise laineuse	0,2
Asphodeline lutea	Asphodèle jaune	0,2
Astericus maritimus	Astérisque maritime	0,5
Ballota pseudodictamnus	Ballote	0,1
Bulbinella frutescens « Hallmarck ' »		0,2
Centranthus ruber	Valériane	0,1
Ceratostigma plumbaginoides	Plumbago rampant	0,2
Cistus ladanifer 'sulcatus'	Ciste ladanifère ou à gomme	0,2
Cistus maritima	Ciste maritime	0,2
Convolvulus mauritanicus	Liseron de Mauritanie	0,2
Dianthus corsicus	Œillet de Corse	0,5
Erigeron karvinskianus	Erigiron	0,2
Erysimum 'Bowles mauve'	Giroglée vivace	0,2
Euphorbia myrsinites	Euphorbe de Corse	0,2
Gaura lindheimeri		0,5
Geranium sanguineum	Géranium sanguin	0,5
Iberis semperflorens	Ibérus	0,5
Jacobinia (justicia) suberecta	Jacobine légèrement dressée	0,5
Lavandula angustifolia	Lavande	0,2
Lavandula dentata	Lavande dentée ou anglaise	0,2
Lavandula x intermedia	Lavandin	0,2
Lavatera maritima	Lavatère maritime	0,2
Nepeta x faassenii	Herbe à chat	0,2
Oenothera drumondii	Oenothère à fleur jaune	0,2
Oenothera speciosa	Oenothère à fleurs roses	0,2
Origanum	Origan	0,5
Osteospermum ecklonis	Dimorphotéca	0,2
Othonnopsis (Hertia) cheirifolia	Othonne	0,2
Perovskia atriplicifolia "blue spire"	Sauge d'Afghanistan	0,5
Phyla nodiflora	Verveine nodiflore	0,2
Rosmarinus	Romarin	0,2
Salvia greggii	Sauge arbustive	0,2
Salvia officinalis	Sauge officinale	0,2





Vivaces et plantes en forme de coussin (suite)		Kc
Santolina chamaecyparissus	Santoline	0,2
Saponaria ocymoides	Saponaire	0,2
Scabiosa cretica	Scabieuse	0,5
Sedum spectabile	Orpin d'automne	0,2
Senecio cineraria	Cinéaire maritime	0,2
Senecio greyl		0,2
Teucrium cossonii		0,1
Teucrium x lucidrys		0,2
Thymus vulgaris	Thym	0,5
Tulbaghia violacea	Tulbaghia	0,5
Verbena bonariensis	Verveine de Buenos Aires	0,1
Verbena venosa/rigida	Verveine	0,

Plantes grimpantes		Kc
Bignonia capreolata	Bignone	0,5
Campsis radicans	Bignone	0,2
Clematis armandii	Clématite d'Armand	0,5
Ipomea learii	Ipoméé	0,2
Jasminum mesnyi		0,2
Jasminum officinale	Jasmin officinal	0,2
Lonicera japonica	Chèvrefeuille du Japon	0,5
Macfadynea	Griffe de chat	0,2
Plumbago capensis	Plumbago du Cap	0,2
Rosa banksiae	Rosier banks	0,2
Solanum jasminoïdes	Solanum	0,5
Trachospermum jasminoïdes	Jasmin de Chine	0,5
Vitis vinifera	Vigne	0,2
Wisteria sinensis	Glycine	0,5



Plantes piquantes		Kc
Agave americana		0,2
Dasyliion glaucophyllum	Dasylire à feuilles glauques	0,1
Opuntia	Figuier de Barbarie	0,1
Yucca gloriosa	Yucca superbe	0,2
Yucca rostrata		0,2

Arbuste		Kc
Abelia grandiflora	Abélia à grandes fleurs	0,5
Artemisia arborescens	Armoise	0,1
AtripLex halimus	Blanquette	0,1
Buxus sempervirens	Buis commun	0,5
Choisya temata	Oranger du Mexique	0,5
Cistus albidus	Ciste cotonneux	0,2
Cistus monspeliensis	Ciste de Montpellier	0,2
Cistus salviifolius	Ciste à feuilles de Sauge	0,2
Cistus x pulvenulentus	Ciste	0,2
Cistus x purpureus	Ciste	0,2
Cistus x shanbergii	Ciste	0,2
Convolvulus cneorum		0,2
Cotinus coggygria	Arbres à perruque	0,2
Dorycnium hirsutum	Dorycnie hirsute	0,2
Eleagnus ebbingei	Chalef	0,2
Escallonia rubra var.macrantha	Escallonia rouge	0,5
Euphorbia characias 'Wulfenii'	Euphorbe	0,2
Hypericum hidcote	Millepertuis arbustif	0,5
Jasminum mesnyi	Jasmin primevère	0,2
Myrtus communis	Myrte	0,2
Nerium oleander	Laurier rose	0,2
Phlomis fruticosa	Sauge de Jérusalem	0,2
Phlomis purpurea		0,2
Photinia fraseri "Red Robin"	Photinia	0,5
Pistachia terebinthus	Pistachier	0,2





Arbuste (suite)		Kc
<i>Pistacia lentiscus</i>	Pistachier lentisque	0,1
<i>Pittosporum tobira</i>	Pittospore	0,2
<i>Punica granatum</i>	Grenadier à fleurs	0,2
<i>Rhamnus alaternus</i>	Alaterne	0,2
<i>Rosa chinensis mutabilis</i>	Rosier de Chine	0,2
<i>Teucrium fruticans</i>	Germandrée	0,2
<i>Viburnum tinus</i>	Laurier tin	0,5
<i>Vitex agnus castus</i>	Gattilier	0,2



Arbres		Kc
<i>Acacia melanoxylon</i>	Mimosa	0,1
<i>Acer campestre</i>	Erable Champêtre	0,5
<i>Alnus cordata</i>	Aulne de Corse	0,5
<i>Celtis Australis</i>	Micocoulier	0,2
<i>Cercis siliquastrum</i>	Arbre de Judée	0,5
<i>Crataegus monogyna</i>	Aubépine	0,5
<i>Eleagnus angustifolia</i>	Olivier de Bohême	0,2
<i>Fraxinus ornus</i>	Frêne à fleurs	0,5
<i>Gleditsia triacanthos "inermis"</i>	Février d'Amérique sans épine	0,2
<i>Koelreuteria paniculata</i>	Savonnier	0,5
<i>Laurus nobilis</i>	Laurier sauce	0,2
<i>Ligustrum japonicum</i>	Troène du Japon	0,5
<i>Melia azedarach</i>	Melia	0,1
<i>morus alba</i>	Murier Blanc	0,5
<i>Olea europea</i>	Olivier	0,1
<i>Pinus halepensis</i>	Pin d'Alep	0,2
<i>Pinus pinea</i>	Pin parasol ou pignon	0,2
<i>Platanus acerifolia</i>	Platane	0,5
<i>Populus alba</i>	Peuplier blanc	0,5
<i>Pyrus calleryana "chanticleer"</i>	Poirier pyramidal	0,5
<i>Quercus ilex</i>	Chêne vert	0,2
<i>Schinus molle</i>	Faux poivrier	0,1
<i>Sophora japonica</i>	Sophora	0,2
<i>Tamarix ramosissima</i>	Tamaris d'été	0,1
<i>Tamarix tetrandra</i>	Tamaris printanier et estival	0,1
<i>Tilia tomentosa</i>	Tilleul argenté	0,5

Palmier		Kc
<i>Chamaerops humilis</i>	Palmier	0,2
<i>Trachycarpus fortunei</i>	Palmier de Chine	0,2



# Les économies et l'optimisation de l'eau

## Comment réduire les arrosages

### L'aménagement des espaces verts

#### RÉFLEXION DE L'ARROSAGE DÈS LA CONCEPTION

En fonction de la configuration et de la composition végétale de l'espace vert, les arrosages ne sont pas toujours optimaux. Un sur-arrosage est parfois nécessaire pour compenser :

- des déficiences de l'installation : matériel mal adapté à la forme de l'espace vert, perturbation des arrosages par le vent...
- les besoins plus élevés de certaines plantes. Pour les espaces verts mixtes (association de plusieurs espèces végétales), les arrosages sont en fonction de la plante ayant la consommation en eau la plus élevée, impliquant pour les autres espèces un sur-arrosage.

Lors de la conception d'un espace vert, il est possible d'intégrer ces paramètres par une réflexion de :

- la configuration de l'espace vert (taille, forme et exposition),
- l'organisation des espèces végétales : les plantes doivent être associées en fonction de leur besoin en eau.

#### DIMINUTION DES SURFACES VÉGÉTALISÉES

La majorité des espaces verts sont des surfaces engazonnées : ce type d'aménagement consomme de grosses quantités d'eau. Une économie d'eau peut être réalisée en développant :

- des espaces verts avec des espèces végétales non couvrantes (diminution de la surface de gazon),
- les espaces verts minéralisés : diminuer les surfaces végétales en choisissant des décorations minérales.

### Le choix des espèces végétales

#### SÉLECTION DES PLANTES

La consommation en eau est directement liée aux plantes qui composent l'espace vert. Pour avoir une consommation minimale d'eau, le choix des plantes doit se raisonner en fonction :

- de leur besoin en eau : choisir des plantes à faible consommation (voir la fiche n° 6 « Le coefficient cultural »),
- de leur adaptation aux conditions climatiques locales (gel, amplitude thermique, vent...).

#### UTILISATION DE LA FLORE LOCALE OU SPONTANÉE

Pour orner les espaces verts, il est possible d'utiliser des espèces locales poussant naturellement. Ces plantes sont adaptées aux conditions locales (climat, type de sol...). En utilisant cette flore pour composer les espaces verts, il est possible de réduire les volumes d'eau utilisés pour l'arrosage.

Exemple des jardins secs de Marseille ou des prairies fleuries du secteur de Malbosq à Montpellier.

### L'entretien des espaces verts

#### ENTRETIEN DES PLANTES

Les plantes perdent l'eau par transpiration au niveau de leurs feuilles : plus les feuilles sont nombreuses, plus la plante consomme de l'eau. Il est possible de diminuer la consommation en eau des plantes en limitant le nombre de feuilles. Pour réduire la surface évaporante, il faut :

- une taille ou une tonte fréquente des végétaux,
- pratiquer une fertilisation azotée raisonnée pour limiter la croissance des plantes.

#### ENTRETIEN DU SOL

Une partie de l'eau du sol est perdue par évaporation. Cette perte est variable en fonction de la couverture du sol. Il est possible de réduire l'évaporation par la mise en place d'une couverture artificielle du sol.

Exemple : bâche ou mulch organique (paillage, copeaux...).





## **LUTTE CONTRE LES MAUVAISES HERBES**

La présence d'adventices (ou mauvaises herbes) entraîne une compétition pour l'eau avec les plantes ornementales. Cette compétition augmente les besoins globaux en eau de l'espace vert. Une lutte contre les adventices est indispensable pour optimiser les arrosages. Elle nécessite :

- une maîtrise de la fertilisation azotée et de l'arrosage : un excès d'azote ou d'eau favorise le développement des mauvaises herbes,
- une lutte chimique ou mécanique (la couverture du sol permet également une lutte contre les adventices).

## **L'amélioration de la réserve en eau des plantes**

### **AUGMENTATION DE LA CAPACITÉ DE STOCKAGE DU SOL**

L'eau apportée par les arrosages est stockée en quantité variable par le sol. Il est possible d'améliorer la capacité de stockage du sol par :

- une décompaction et un travail du sol. Le travail du sol permet d'augmenter la porosité et d'augmenter la quantité d'eau dans le sol.
- un apport de matière organique qui améliore la structure du sol. Exemple : apport de compost.

### **UN ENRACINEMENT DE QUALITÉ ET EN PROFONDEUR**

La Réserve Facilement Utilisable d'une plante dépend de son enracinement : plus il est profond, plus la plante augmente sa réserve en eau.

Pour favoriser un enracinement en profondeur, il faut :

- réaliser une bonne implantation des végétaux lors de la création de l'espace vert. Il est important d'avoir un sol profond et de bonne qualité (apport de terre végétale).
- provoquer un stress hydrique en début de saison (retardement ou espacement des arrosages), pour « forcer » la plante à faire des racines en profondeur pour trouver l'eau.





# Les étapes du calcul de la durée d'arrosage

## 1 - Espèce végétale

**Kc** : Voir la fiche n° 6 « Le coefficient cultural »

## 2 - Estimation de la RFU du sol

$$\text{RFU} = 1 \text{ (mm/cm)} \times \text{Profondeur d'enracinement (cm)}$$

## 3 - Détermination de la consommation quotidienne

**ETP** : > soit des données moyennes inter-annuelles,  
> soit des données de MétéoFrance ou d'un bulletin d'avertissement,  
> soit des données locales (station météorologique).

$$\text{Consommation (mm/j)} = \text{ETP (mm/j)} \times \text{Kc}$$



## 4 - Détermination du besoin d'arrosage (Voir la fiche n° 5 « Le bilan hydrique »)

**A la RFU du sol :**

- On soustrait la consommation quotidienne.
- On ajoute les pluies éventuelles. On considère seulement les pluies efficaces et on plafonne la recharge du sol à la RFU.

$$\text{RFU (jour } j+1) = \text{RFU (jour } j) - \text{Consommation} + \text{Pluies}$$

Si la RFU est vide : déclenchement des arrosages

Si la RFU n'est pas vide : pas d'arrosage.

## 5 - Calcul de la fréquence et de la dose unitaire d'arrosage

**Cas de L'ARROSAGE QUOTIDIEN** (fréquence recommandée)

$$\text{Dose unitaire (mm/j)} = \text{consommation (mm/j)} = \text{ETP (mm/j)} \times \text{Kc}$$

**Cas de L'ARROSAGE RECHARGEANT LA RFU** (arrosage espacé)

$$\text{Un arrosage tous les : } \frac{\text{RFU (mm)}}{\text{ETP (mm/j)} \times \text{Kc}} \text{ jours}$$

## 6 - Calcul de la durée d'arrosage

$$\text{Durée (min/jour)} = \frac{\text{Dose unitaire d'arrosage (mm/jour)} \times 60}{\text{Pluviométrie de l'installation (mm/h)}} \text{ jours}$$

## 7 - Prise en compte des pluies

En cas de pluies significatives (supérieures à 5 mm), recharger la RFU et reprendre le raisonnement au Point 4.

### >>> CONSEIL

Actualisez le bilan au moins toutes les semaines.



Exploitation

## DES SPÉCIALISTES DE L'IRRIGATION POUR VOUS AIDER À OPTIMISER VOS ARROSAGES PUBLICS

DES CONSEILS ET DU MATÉRIEL POUR RÉPONDRE À VOS BESOINS



Les ingénieurs et techniciens de BRL Exploitation vous conseillent pour optimiser vos arrosages publics et mieux piloter vos systèmes.

### Le service de BRL Exploitation pour l'irrigation des espaces verts

Fortes d'une expérience de 40 années et d'une dynamique constante d'innovation, les équipes de BRL Exploitation proposent des services spécifiques pour les espaces verts, pour une meilleure gestion de vos irrigations :

- Du matériel adapté aux conditions de milieu, aux vents, à la dimension des espaces, à la présence de public.
- L'étude de station de pompage, de surpression, de filtration et d'automatisme.
- L'audit des pratiques, du matériel et des propositions d'améliorations, la formation de votre personnel.
- L'assistance aux pilotages des irrigations : demandes climatiques, gestion de l'humidité des sols...
- Choix des espèces selon la disponibilité en eau et des usages (avec BRL Espaces Naturels).
- Gestion globale des arrosages, depuis la conception du réseau d'irrigation jusqu'à la gestion des arrosages et des renouvellements de matériels.

Tous nos services sont certifiés ISO 9000.



#### BRL Exploitation Direction du Développement

1105 avenue Pierre Mendès France  
BP 94001 - 30001 Nîmes Cedex 5  
Tél. 04 66 87 50 00 - Fax 04 66 84 25 63

#### BRL Exploitation - Garons

ZAC Aéroport - 30 128 Garons  
Tél. 04 66 70 92 00 - Fax 04 66 70 92 29

#### BRL Exploitation - Servian

Bât B - ZAE La Baume - 34 290 Servian  
Tél. 04 67 32 68 00 - Fax 04 67 32 68 29

Toutes les informations sur le groupe BRL sur [www.brl.fr](http://www.brl.fr)



*Espaces Naturels*

**DES SPÉCIALISTES POUR CONCEVOIR,  
AMÉNAGER OU ENTREtenir VOS ESPACES VERTS  
L'UN DES PREMIERS SITES DE PRODUCTION DU SUD DE LA FRANCE**



**BRL Espaces Naturels est  
la filiale verte du groupe BRL.**

Elle met au service des collectivités et des aménageurs une centaine de collaborateurs qualifiés, mobilisés pour répondre à vos projets les plus complexes : déplacements et élagage de très gros arbres, valorisation de vos déchets verts, arrosage raisonné, etc..

**BRL Espaces Naturels certifié ISO 9001 pour toutes ses activités propose à ses clients une gamme complète de services pour améliorer leur cadre de vie :**

- audit, études et création paysagère,
- production et vente de végétaux,
- travaux et entretien d'espaces verts.

**Les Pépinières du Bas Rhône**, dont les productions sont labellisées « **Sud de France** » proposent sur 50 ha (dont 10 000m<sup>2</sup> de serres et 40 ha de pleine terre) plus 500 espèces adaptées à la région.

**Elles produisent chaque année plus d'1 million de jeunes plants et envoient plus de 600 000 containers, en France et à l'étranger.**



**BRL Espaces Naturels**

Tél. 04 67 13 84 00

Fax 04 67 13 84 13

**Pépinières du Bas Rhône  
(Vestric et Candiac - Gard)**

Tél. 04 66 71 13 46

Fax 04 66 71 02 90

Site des Pépinières du Bas Rhône

<http://pepiniere.brl.fr>



1105, avenue Pierre Mendès France - BP 94001  
30 001 Nîmes Cedex 5 - Tél. 04 66 87 50 00

[www.brl.fr](http://www.brl.fr)

**BRL**  
Exploitation

